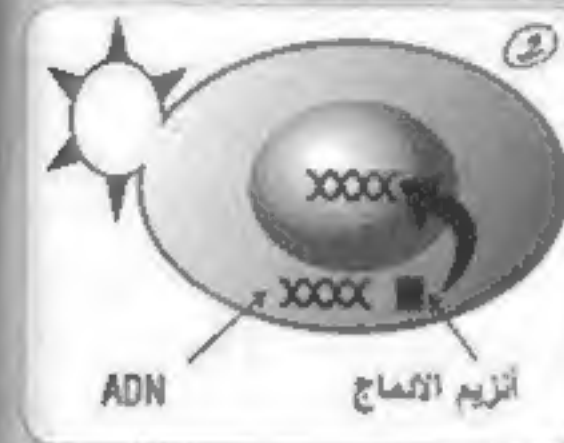
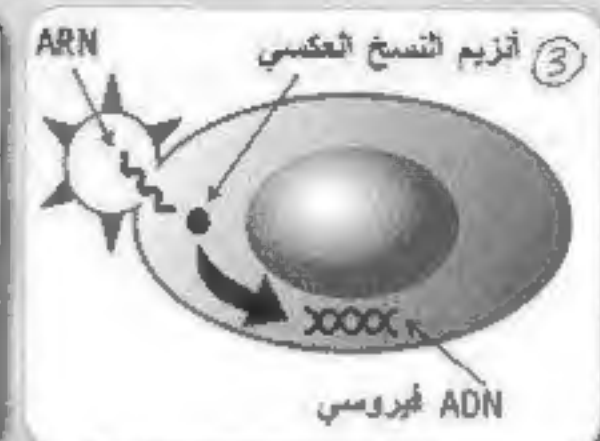
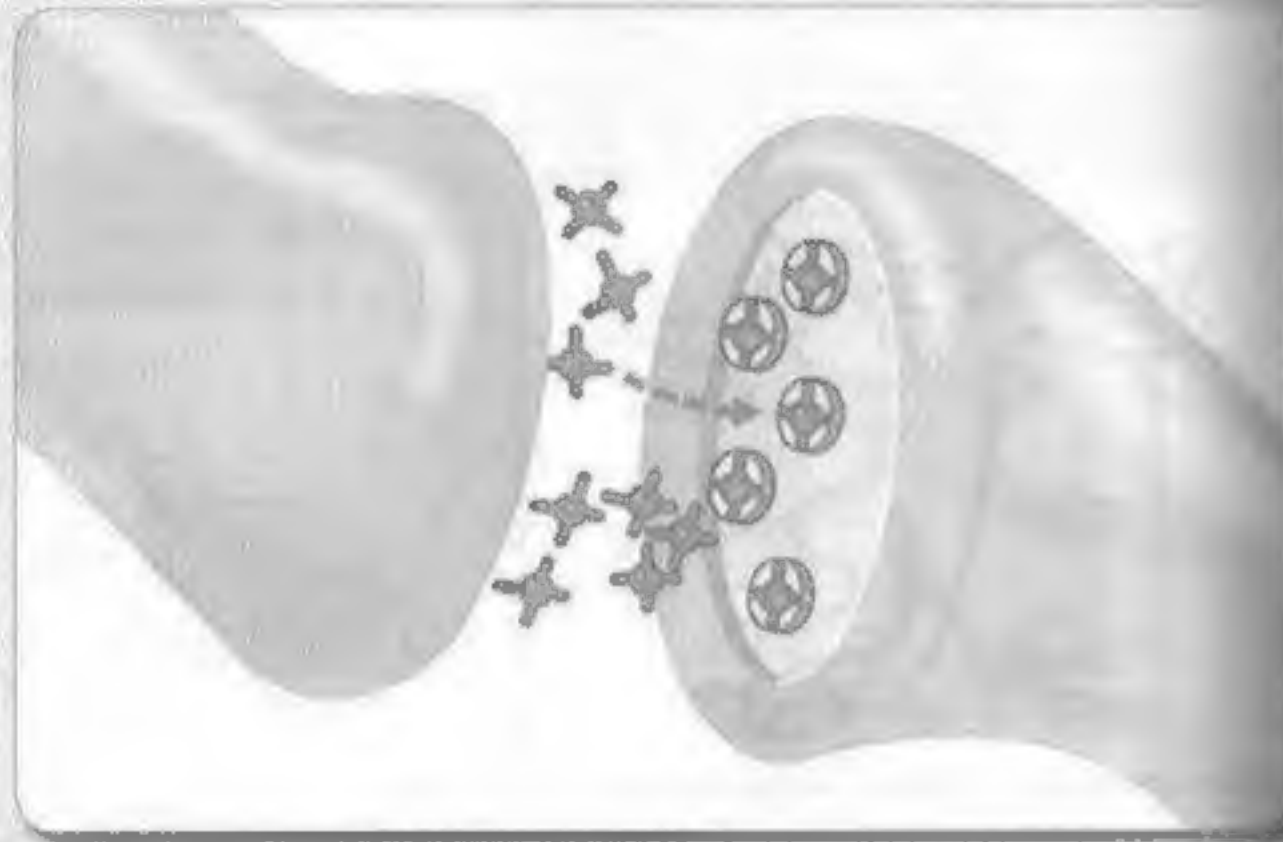


الوحدة التعليمية الخامسة دور البروتينات في الاتصال العصبي



عندما يقل عدد الخلايا الحاملة لبروتين CD4 عن 100 خلية في الملييمتر المكعب من الدم : تسبب مرض أمراض الدماغ، و من الأمراض : الصداع والحمى وضعف الإبصار والقيء وضعف في النصف الأيمن أو الأيسر من الجسم، وصعوبة الكلام والمشي (في حالة الإصابة بمرض توكسوبلازمويسيس)، وتصلب الرقبة (في حالة الإصابة بالحمى الشوكية)
عندما يقل عدد الخلايا الحاملة لبروتين CD4 عن 75 خلية في الملييمتر المكعب من الدم : تسبب بمرض HIV المعوي، من الأمراض : تقلصات في البطن وقيء وحمى وتذنوبات عرق أثناء الليل، وفقدان الشهية والوزن والإرهاق والإسهال.
عندما يقل عدد الخلايا الحاملة لبروتين CD4 عن 50 خلية في الملييمتر المكعب من الدم : يزداد المرض و من الأمراض : ضعف الإبصار المتزايد، وقد يرى المريض بقعاً سوداء متحركة أو يصاب بالعمى الجزئي.



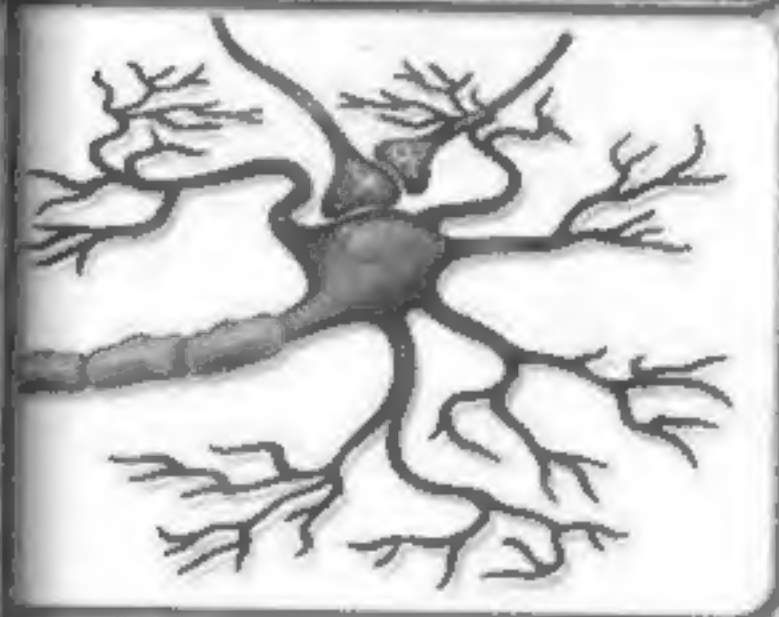
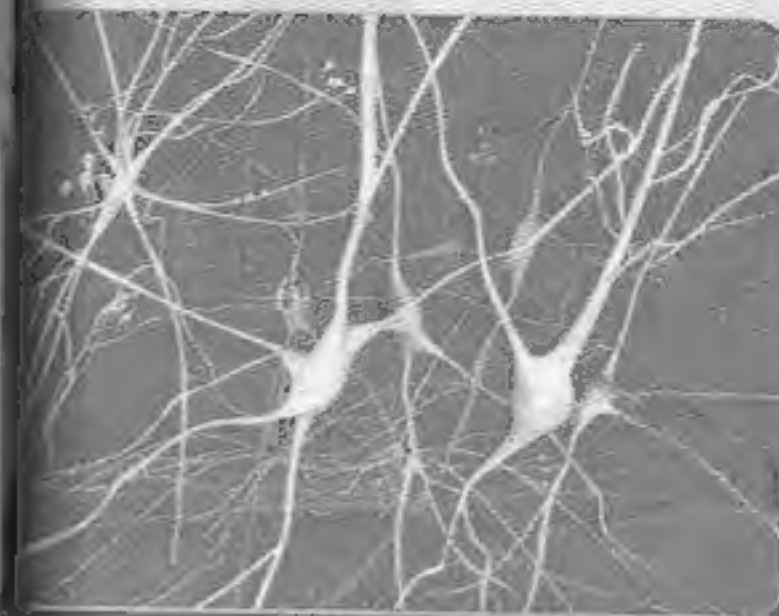
المكتسبات

مفهوم وبنية المشبك

ترتبط العصبونات فيما بينها بواسطة نقاط الاشتباك العصبي أو المشابك.

وبالتالي فالمشبك هو منطقة الاتصال بين خليتين قابلتين للتنبيه مثل الاتصال بين عصبونين أو الاتصال بين عصبون وعضلة (اللوحة المحركة) أو الاتصال بين عصبون وغدة.

و يتكون كل مشبك من قسم قبل مشبكي وقسم بعد مشبكي يفصل بين القسمين مسافة تعرف بالفراغ المشبكي (الشق المشبكي).



ففي حالة المشبك العصبي يكون القسم قبل مشبكي نهاية المحور الأسطواناني للعصبون الأول أما القسم بعد المشبكي فيكون إما جسما خلويا أو استطالة هيولية أو محور اسطواناني لعصبون الثاني.

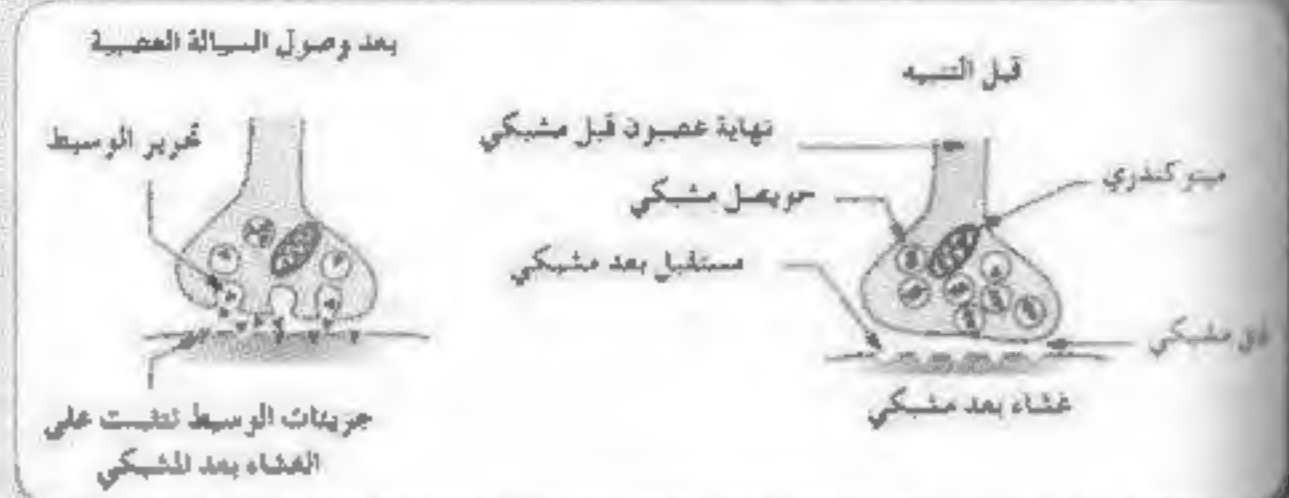
تتميز النهاية الخلوية قبل مشبكية باحتوائها على حويصلات تدعى الحويصلات المشبكية.

دور المشبك

تنتقل الرسالة العصبية بفضل المشابك في اتجاه واحد من عصبون إلى آخر أو عصبون إلى خلية منفذة ، وهذا الاتجاه تحدده للمشابك.

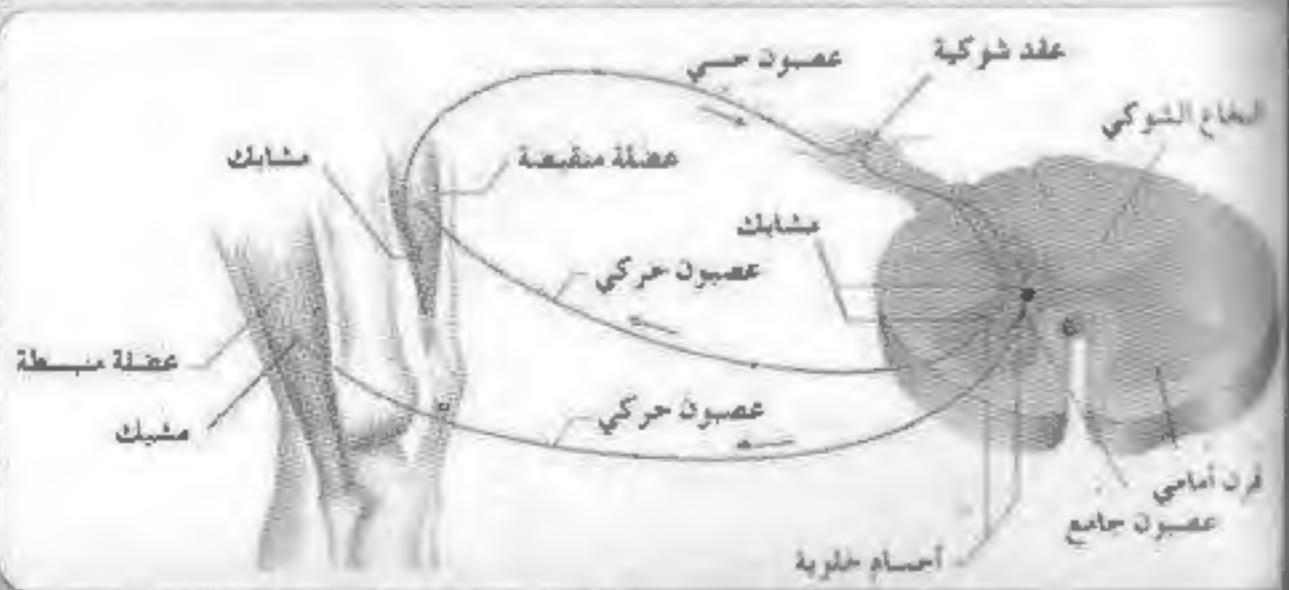
أثبتت تجارب التنبيه الفعال للغشاء قبل مشبكي زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي كما يثبت تجارب حقن الاستيل كولين في الشق المشبكي نفسه . نتائج و هذا ما يبين أن الرسالة العصبية في مستوى المشبك لا تقل عن طرف عصبية و هي مو

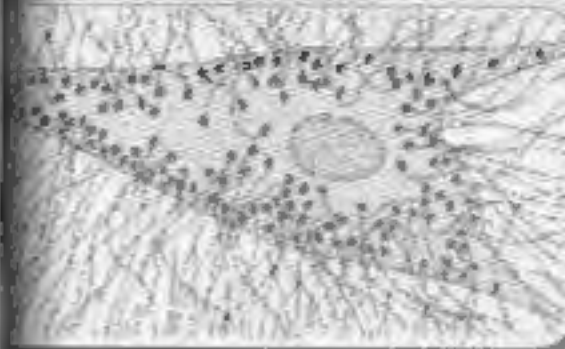
دور الرسالة العصبية المشفرة بتواترات كمونات العمل في العصبون قبل مشبكي إلى المشفرة بتركيز الوسيط العصبي .



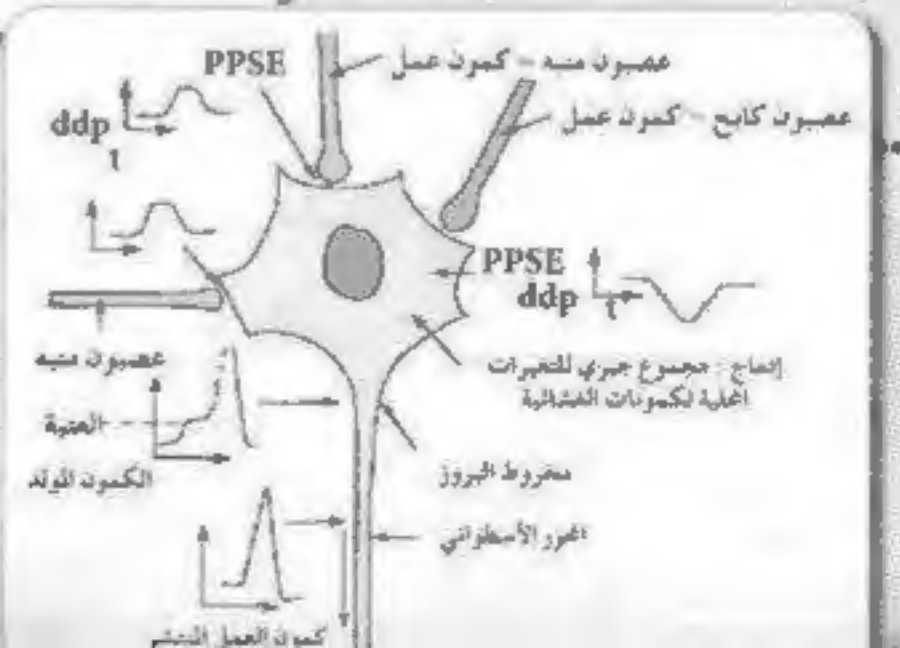
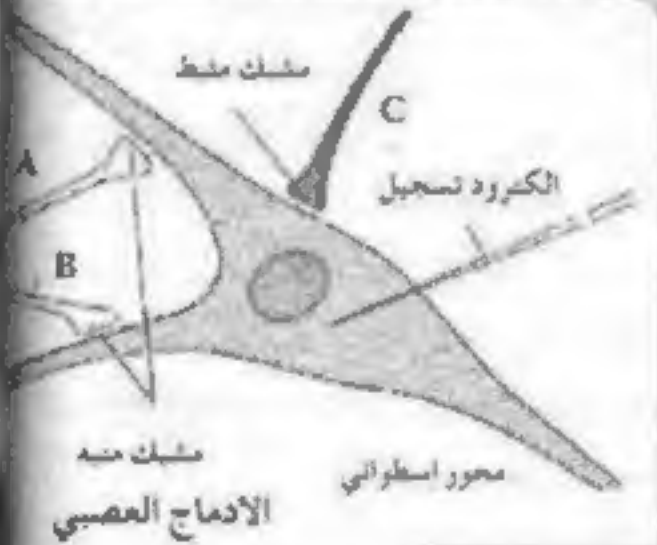
الادماج العصبي

تمت عملية المقارنة بين تواترات كمونات العمل على مستوى العصبونات المحركة وعضلة القابضة و العضلة الباسطة أثناء منعكس الشد العضلي بإظهار بأن الرسائل العصبية القادمة عن شد المغازل العصبية تتسبب في تغيرات القوة العضلية للعضلات الباسطة القابضة برفع تواتر كمونات العمل للعصبونات المحركة للعضلة المشدودة و انخفاض حتى إنعدام تواتر كمونات العمل للعصبونات المحركة للعضلة المضادة ، فالعصبونات التي باستمرار كمونات عمل منبهة و كمونات عمل كابحة ، تكون السيالة العصبية القادمة من عصبونات منبهة بالنسبة لبعض المشابك و كابحة بالنسبة لآخرى ، و هكذا لنفس المشبك أن يحتوي على نوعين من الميلفات العصبية تعملان في لحظات مختلفة ، كما يمكن لنفس المبلغ العصبي أن يؤدي ، حسب طبيعة المستجيبيات ، إما لازالة استقطاب وبالتالي للتنبيه أو لافراط الاستقطاب وبالتالي الكبح .





كما سمحت عملية التحليل لتسجيل كهربائي للعصبون بعد مشبكي خاضع لتأثير عصبونين قبل مشبكيين أحدهما منه و الآخر مشبط في المراكز العصبية حيث يتصل كل عصبون بعدد كبير من العصبونات بواسطة مشبك و بالتالي يمكنه أن يستقبل في كل لحظة عددا كبيرا من الرسائل العصبية المنبهة أو المثبطة ، و يحمل الجسم الخلوي لهذا العصبون على دمج هذه المعلومات المتضادة تظهر محصلتها نهاية المحور الاسطواني إما بظهور كمون عمل منه أو بظهور كمون عمل مشبط، و تعمل عملية الإدماج دورا مهما في معالجة الرسائل التي تعبر المركز العصبي. و العصبون بعد مشبكي باستمرار مجموعات كبيرة من الكمونات بعد مشبكية سواء مثبطة، فإذا كان الناتج الاجمالي كافيا لحدوث زوال الاستقطاب فإنه يتولد كمون العمل، و إذا كان الناتج الاجمالي دون عتبة زوال الاستقطاب فإنه لا يتولد كمون عمل.



آليات النقل المشبكي

كانت المبلغات العصبية (وسائط عصبية) تؤمن انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك. كانت المبلغات العصبية تتمثل في مواد كيميائية تحررها النهايات قبل مشبكية إلى تغير الكمون الغشائي للعصبون بعد مشبكي. كانت الرسالة العصبية المشفرة بتواتر كمونات العمل في الغشاء قبل مشبكي تنحول رسالة مشفرة بتركيز المبلغ العصبي على مستوى المشبك. كان النشاط الادماجي للعصبون يؤمن معالجة الرسائل العصبية التي تجتاز المراكز العصبية.

كيف يتم النقل المشبكي بواسطة هذه المبلغات العصبية ؟
التدفق الأيوني على جانبي غشاء العصبون بعد مشبكي



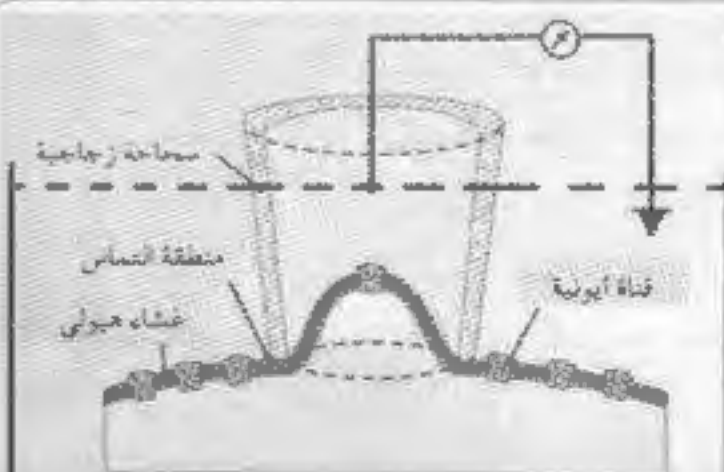
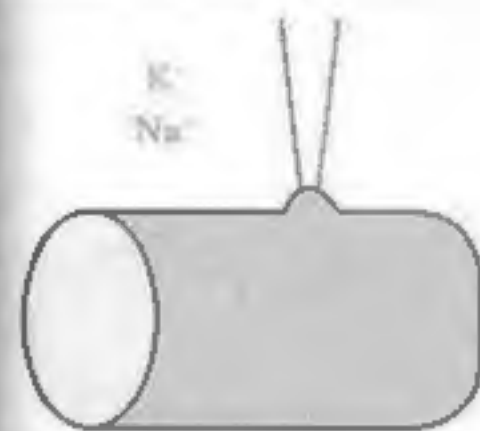
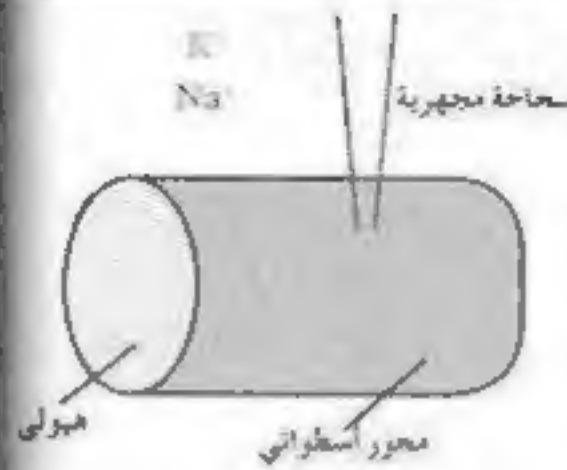
مع تحليل النتائج التجريبية لتقنية patch-clamp باستنتاج بأن نبضات كهربائية المسجلة مرتبطة بالتدفق الأيوني على جانبي غشاء العصبون بعد مشبكي.



تقنية Patch-clamp • إن مصطلح patch-clamp مصطلح انجليزي و يعني الطريقة الفيزيوكهربائية لتسجيل التدفق الأيوني على جانبي الغشاء الخلوي، وتعتمد هذه الطريقة على استعمال سحاحة زجاجية مجهرية (قطرها التماسي يساوي تقريبا 1 ميلي ميكرون) مملوءة بمسائل أيونية معروف في تماس مع غشاء هولي حي معزول.

مع هذه الطريقة بقياس التيار الأيوني المار خلال القنوات الأيونية الغشائية المفتوحة.

- نضع السحاحة (الخاصة) المجهرية على غشاء الليف (أو المحور الأسطوانى) وبواسطة المص للبطيء يسحب الغشاء الهبولي.
- وفي نهاية العملية تسحب السحاحة والتي تحمل في نهايتها قطعة من الغشاء.
- تغمر السحاحة في محلول أيوني شبيه بالسائل الهبولي، وبذلك يكون الجانب الداخلى لقطعة الغشاء ملائماً للمحلول الأيوني.
- تملأ السحاحة بسائل شبيه بالسائل خارج خلوي.
- يوصل السائلان بدارة إلكترونية، هذه الدارة تحافظ على ثبات التوتر على جانبي الغشاء، كما تسمح هذه الدارة بقياس التيار الأيوني المتدفق عبر الغشاء، وهذا التدفق يبرز إذا كانت القنوات الأيونية التي يتشكل منها الغشاء مفتوحة أو مغلقة.

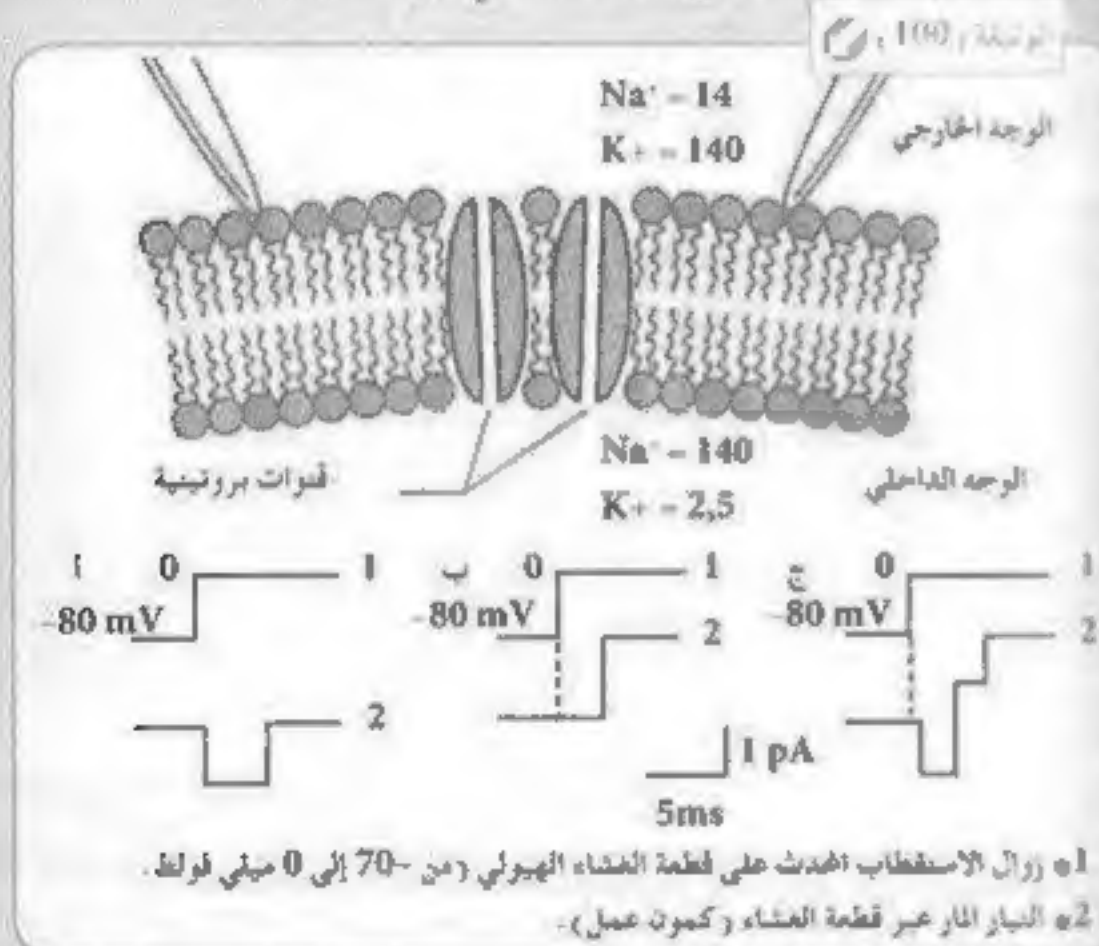


لنعقد على التركيب التجريبي الخطوات التجريبية التالية:

نضيف إلى الوسط الخارجى 10 ميليمول/ل من مادة TEA (Tetra-ethyl-ammonium) التي تجعل الغشاء غير نفوذ لشوارد البوتاسيوم.

نضيف إلى الوسط الخارجى كمية من TTX (Tétradoxine) التي تجعل الغشاء غير نفوذ لشوارد الصوديوم.

الوسط الخارجى خال من أية مادة مثبطة أي خال من TEA و TTX في كل حالة نحدث زوال استقطاب مفاجئ للغشاء الهبولي بالانتقال الفجائي في الشدة (- 80 ميلي فولط إلى 0 ميلي فولط) و نسجل التغيرات الحاصلة على مستوى الغشاء، النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (100).



وهذه التسجيلات تشير إلى مرور تيار دلالة على وجود فرق كمون بين السائلين عبر الغشاء، لا يمكن تفسير ذلك إلا بتدفق الأيونات عبر الغشاء فتولد حركتها تياراً كهربائياً ولا يتم هذا التدفق إلا إذا كانت القنوات الأيونية مفتوحة.

لغمر أيونات Na⁺ و K⁺ الغشاء بواسطة محطتين من البروتينات تقوم بدور قنوات تسمح بمرور هذه الأيونات. وتتم عملية إرجاع التركيزات الأيونية إلى قيمها الأصلية بواسطة كمون العمل بفضل المص للبطيء للمضخات الأيونية.

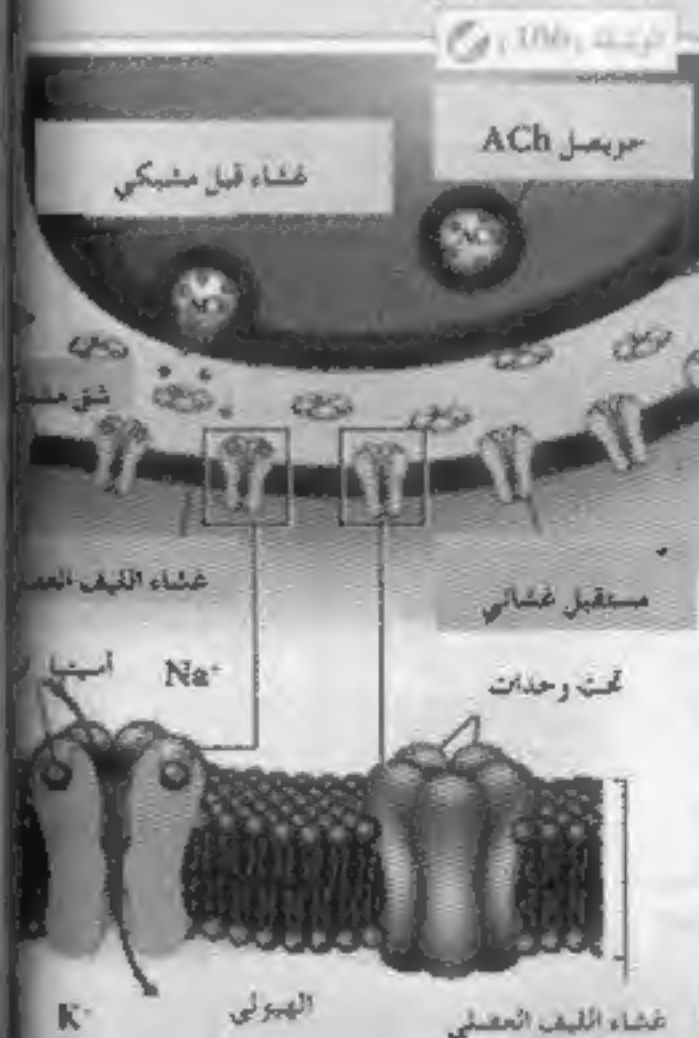
المجال التعليمي الأول : التخصص الوظيفي للبروتينات

ويتم ذلك باستعمال أجسام مضادة مشعة مثل تطعيم الأجسام المضادة بمادة الفير التي تظهر واضحة بالمجهر الإلكتروني . هذه المادة توسم الجسم المضاد النوعي و المرتبط بالمستقبل الغشائي ، وبالتالي إظهار التفاعل النوعي بين الجسم المضاد والمستقبل الغشائي و الوثيقة (175) تظهر غشاء الليف العضلي معلم بمادة الفيرتين :
إن ظهور الإشعاع على مستوى غشاء الليف يعني تواجد الأجسام المضادة في تلك المنطقة (المعلمة بالفيرتين) ، إن هذه الأجسام المضادة المشعة ترتبط بالمستقبلات الغشائية بالغشاء بعد مشبكي ليف العضلي .

النتائج

تظهر هذه التجارب أن انتقال التنبيه عبر الاتصال العصبي العضلي يكون على شكل كمون عمل ينشأ في الليف بعد مشبكي و يؤمن الاستيل كولين هذا الانتقال عبر المشبكي حيث يرتبط الاستيل كولين بمستقبلات غشائية نوعية موجودة بالغشاء مشبكي ، وهذا الارتباط ينجم عنه توليد كمون عمل في هذا الغشاء .

المستقبلات الغشائية للاستيل كولين



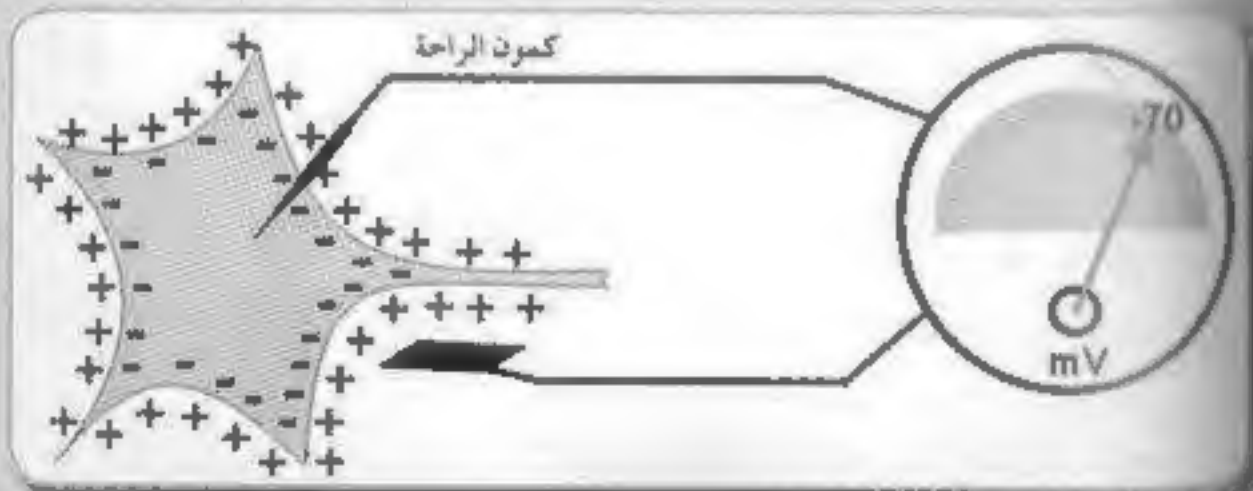
الوثيقة (176) تمثل رسماً تخطيطياً لصور تركيبية ثلاثية الأبعاد للمستقبلات الغشائية للاستيل كولين كقنوات أيونية (الإنوفور) في حالة المنعكس العضلي .



الوحدة التعليمية الخامسة : دور البروتينات في الاتصال العصبي



أما الأيونية المسؤولة عن إزالة استقطاب الغشاء بعد المشبكي المرتبته بالغشاء قبل المشبكي وكذلك المسؤولة عن الاستقطاب قبل التنبيه .
الغشاء الليف مستقطباً كهربائياً أثناء الراحة لأنه يفصل بين نوعين من الشحنات : موجبة في الخارج وسالبة في الداخل ، وكأنه بطارية قطبها الموجب موجه نحو الخارج ، والسالب موجه نحو الداخل .
الكمون على فرق جهد كهربائي بين الوسط الداخلي والوسط الخارجي للليف العصبي والذي في غياب أي تنبيه .



جهد الليف العصبي للتنبيه بواسطة ظاهرة كهربائية تسمى جهد العمل ، تنتقل

كيمون الراحة (الكيمون الغشائي)

من معرفة مصدر الكيمون الغشائي ، نحلل مجموعة التجارب التالية :

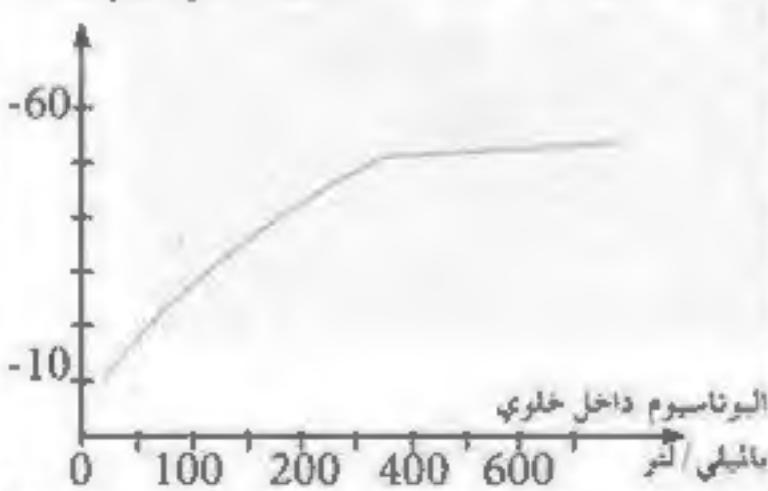
هذه الدراسات التجريبية المطبقة على الألياف العصبية العملاقة لحيوان الكاكارا (أبو بريص) غير متماثل على جانبي الغشاء الهولي للمحور الأسطواني كما يبينه الجدول التالي :

الشوارد (ملي مول / لتر)	هولي المحور الأسطواني	دم الكاكارا	ماء البحر
الصوديوم (Na^+)	50	440	460
البوتاسيوم (K^+)	400	20	10

يوضح الجدول أن شوارد الصوديوم عالية التركيز في الوسط خارج الخلية ، أما شوارد البوتاسيوم فتوجد بتركيز عالية في الوسط داخل الخلية . فكيف يتم ذلك ؟

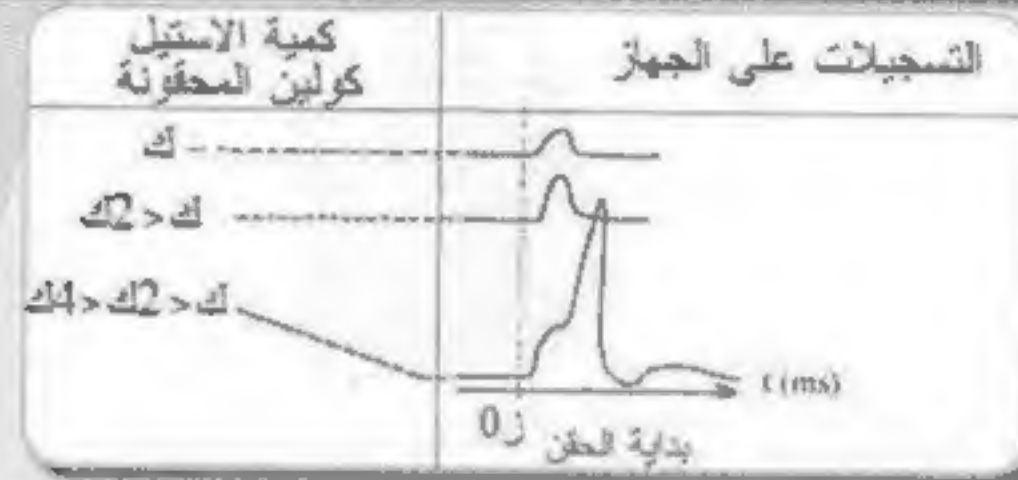
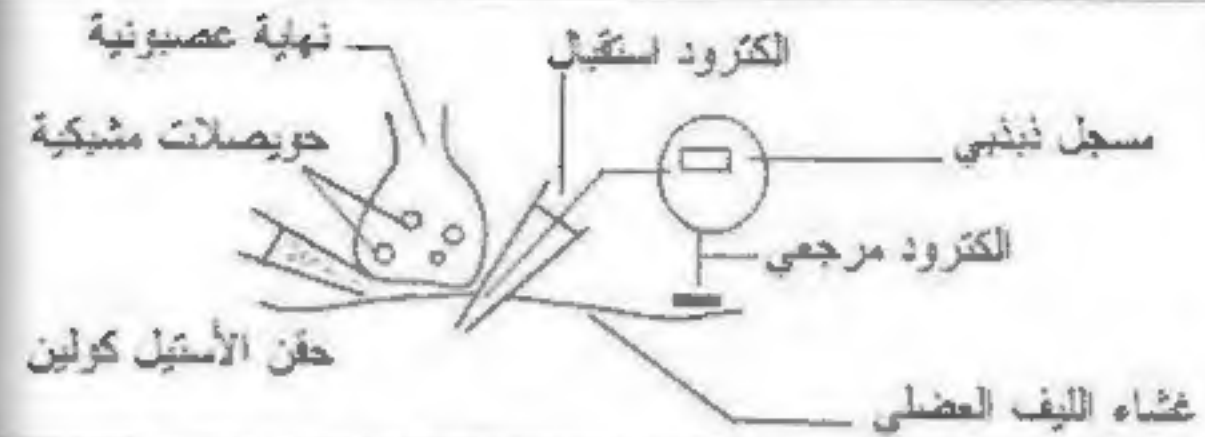
يمكن باستعمال النظائر المشعة إظهار أن غشاء الليف خلال الراحة يكون نفوذ الأيونات حيث تميل الأيونات إلى الحركة حسب قانون الانتشار عبر الغشاء الهولي . إظهار هذه الحركة تجري التجربة التالية :

الكيمون الغشائي (ملي فولت)



من محتوى المحور العملاق ، نلاحظ أنه محاليل أيونية ذات تركيز متزايد من البوتاسيوم . يوضع المحور في محلول هولي ذي تركيز أيوني عالٍ من ماء البحر و يقدر في هذه الكيمون الغشائي ، نلاحظ النتائج المحصل عليها .

نلاحظ أن الغشاء أكثر نفاذية لأيونات البوتاسيوم حيث غالبية النفاذية للأسطوانة . يلاحظ بها الغشاء بالنسبة لبعض الشوارد دون بعضها الآخر ، فنفاذية الغشاء أثناء إلقاء شوارد البوتاسيوم تزيد عن 50-100 مرة نفاذيته شوارد الصوديوم ، فتأخذ شوارد

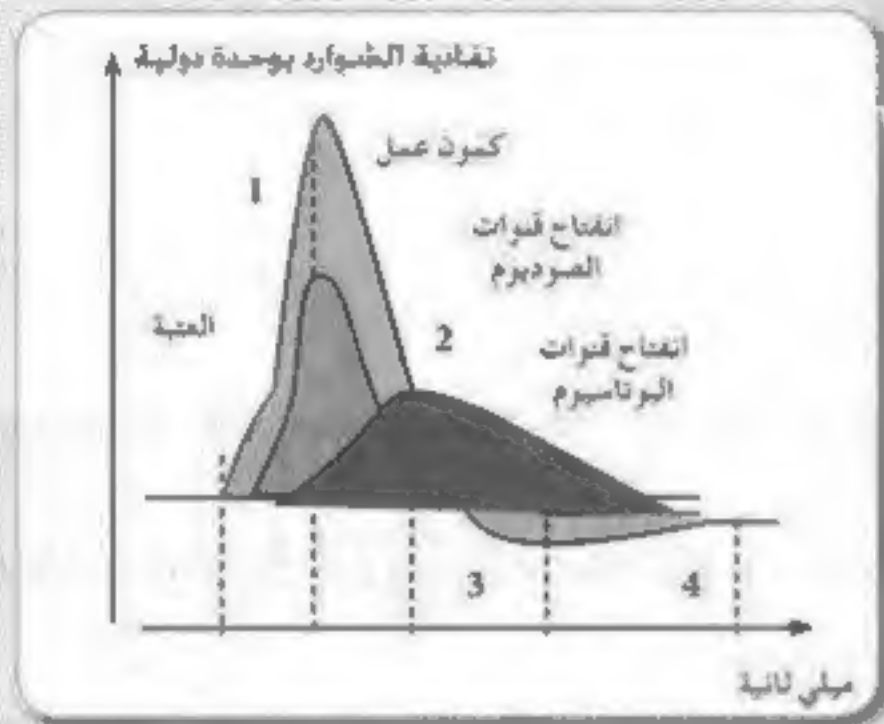


• ويترجم جهد العمل بانعكاس محلي للاستقطاب الغشائي ينتج عن تغيير مفاجئ نفاذية الغشاء السيستوبلازمي لإزاء أيونات Na^+ و K^+ .

• وينتج كيمون العمل عن الاختلاف في تركيز أيونات Na^+ و K^+ من جهتي الغشاء السيستوبلازمي للليف العصبي . ويتم الحفاظ على فرق التركيز بفضل بروتينات غشائية خاصة تعرف بمضخات Na^+ و K^+ وتحتاج إلى طاقة على شكل ATP .

كمون العمل

بإستعمال مواد بيولوجية مناسبة وبتطبيق تقنيات حديثة (ليف عصبي عملاق للكلامان) يمكن زوال استقطابه فترة طويلة) تمكن العالم هود كينز و مساعدوه من تقدير تدفق صوديوم (Na^+) و البوتاسيوم (K^+) عبر الغشاء الهولي أثناء زوال استقطابه و فيما يلي بيان للذات تم الحصول عليهما مقارنة بكمون العمل .



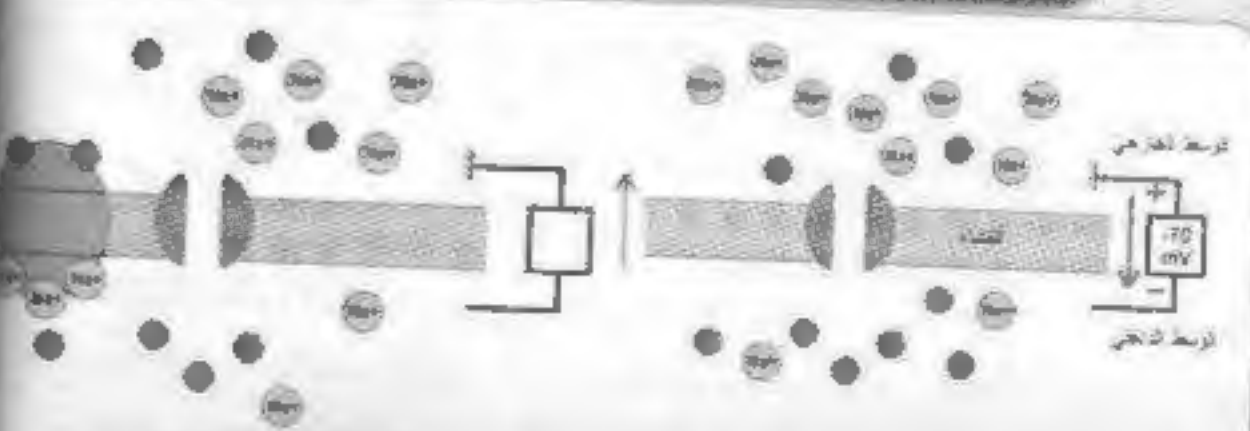
تحليل هذه المنحنيات ، يحدد العلاقة بين كمون العمل وحركة الشوارد يظهر أن نفاذية الغشاء لشاردي الصوديوم و البوتاسيوم أثناء التنبيه (كمون العمل) يتغير عما كان عليه في حالة الراحة حيث يصبح شديد النفاذية للصوديوم و قليل النفاذية للبوتاسيوم ، حيث لاحظ أن التنبيه الفعال يؤدي إلى :

1- زيادة تدفق الصوديوم بسرعة ، و بعد 1 ميلي ثانية يتناقص ببطء إلى أن يعود قيمته الابتدائية فزوال الاستقطاب يرفع من نفاذية الغشاء لشوارد الصوديوم التي تدخل إلى داخل الليف (حسب تدرج التركيز) ، يسرع هذا التدفق زوال الاستقطاب الذي بدوره إلى زيادة نفاذية الغشاء للصوديوم و هذا ما يفسر التصاعد السريع للمنحنى 2- هذا التدفق ناتج عن فتح قنوات الصوديوم المتعلقة بالفولطية تتبع بعد فترة بانغلاق هذه القنوات .

3- البوتاسيوم : يزداد تدفق البوتاسيوم في نفس الوقت الذي يتدفق فيه الصوديوم غير أن هذا التدفق يكون بطيئا و يفسر هذا التدفق بانفتاح قنوات البوتاسيوم المتعلقة بالفولطية 4- خروج بطيء و لفترة زمنية أطول لشوارد البوتاسيوم حسب التدرج في التركيز 5- في عودة استقطاب ثم انعكاس و قوط في الاستقطاب ، وأخيرا تنغلق القنوات .

المجال التعليمي الأول : التخصص الوظيفي للبروتينات

البوتاسيوم بالانتشار من الوسط داخل الخلية إلى الوسط خارج الخلية عبر قنوات التسرب البروتينية في الغشاء وتعوض بشوارد الصوديوم . ولكن الصوديوم يطرد إلى الخارج بتدخل عمل مضخة صوديوم - بوتاسيوم (الموجودة في الغشاء والتي تضخ ثلاثة شوارد صوديوم إلى الوسط خارج الخلية مقابل نقلها لشارد بوتاسيوم إلى الوسط داخل الخلية وذلك بصرف ATP وهذا يعني ربعا مقداره شارد موجبة واحدة تنتقل من داخل الخلية ، إلى خارجها في كل دورة مضخة ، مما ينجم عن زيادة الشحنتات الموجبة في الوسط خارج الخلية و يصبح الكمون النهائي للغشاء في حالة الراحة (-70 ميلي فولط . و هو ما يجعل الوسط الداخلي للليف كهرسطبي مقارنة بالوسط الخارجي فتخضع هذه الأيونات بذلك إلى تدرج في التركيز و التدرج الكهربائي عن جانبي الغشاء ، فنحدث بذلك عن التدرج الكهروكيميائي الذي يعتبر مصدر كمون الراحة . و يمكن ترجمة هذه الظاهرة المتعلقة بكمون الراحة و دور الغشاء في المحافظة على الكمون الغشائي في الرسم التخطيطي الوظيفي التالي .



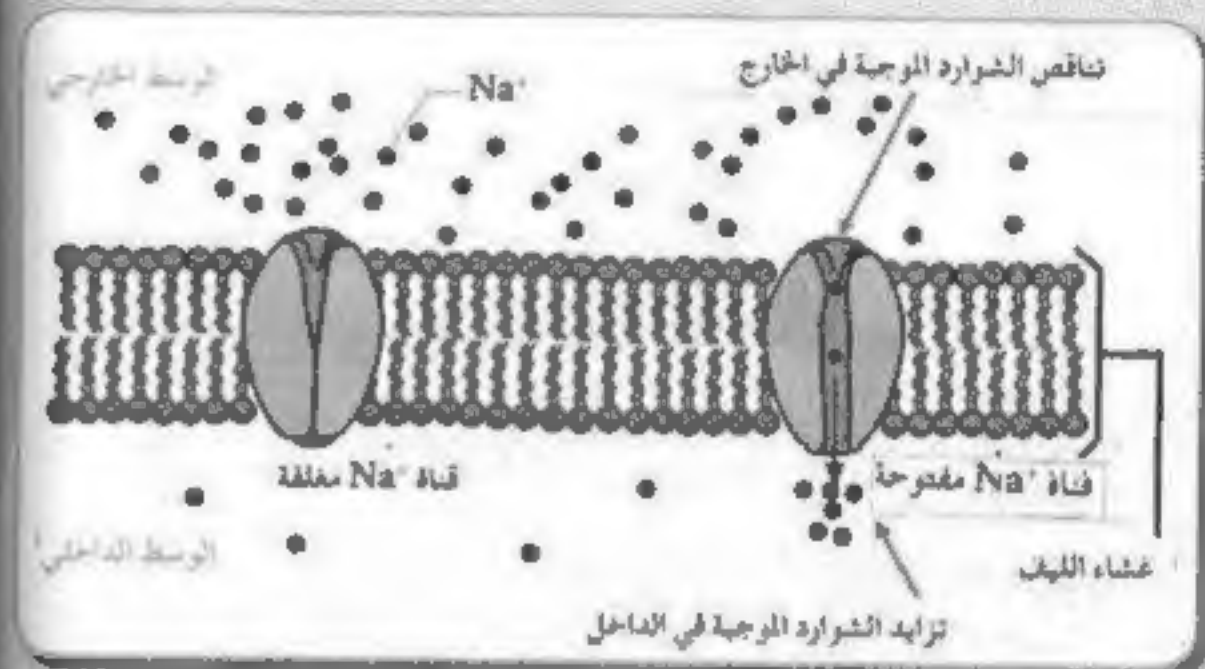
المجال التعليمي الأول : التخصص الوظيفي للبروتينات

عند زوال الاستقطاب يخرج البوتاسيوم للتراكم داخل الخلية ببطء ليعوض هذا الخلل دخول الصوديوم المتسبب في زوال الاستقطاب.

تمثل الوثائق التالية رسومات تخطيطية تفسيرية للظواهر الأيونية على مستوى المحور الأسطواناني للكلمار خلال مراحل مختلفة من منحني كمون العمل أحادي الطور.

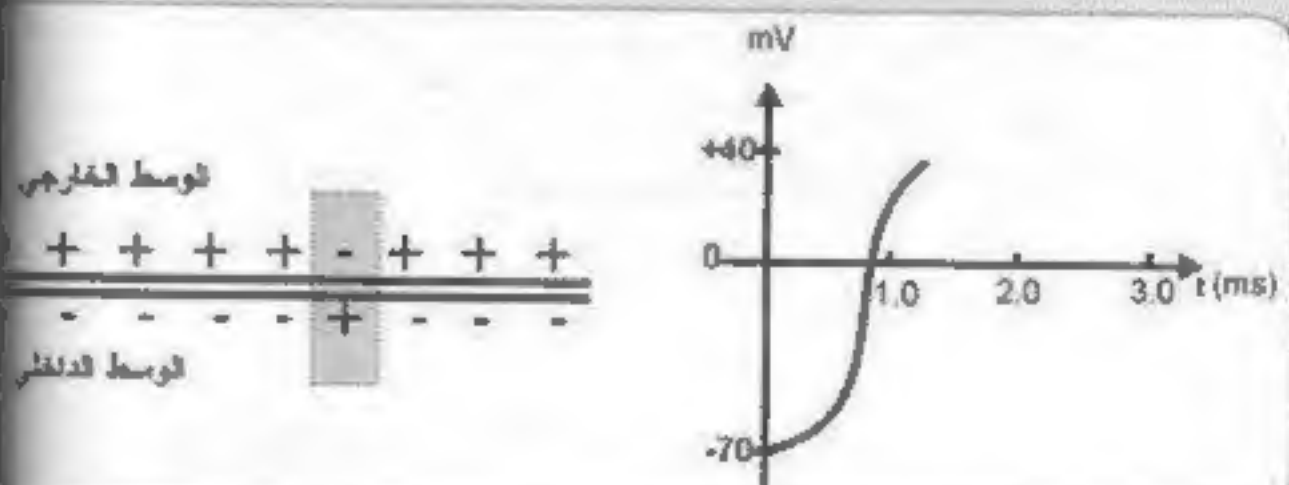
في كمون العمل

عند زوال الاستقطاب تستجيب العصونات عند التنبيه بانفتاح قنوات الصوديوم الغشائية.



انفتاح قنوات الصوديوم. دخول Na^+ تناقص الاستقطاب،

... -50mV -60mV -70mV



الوسط الخارجي

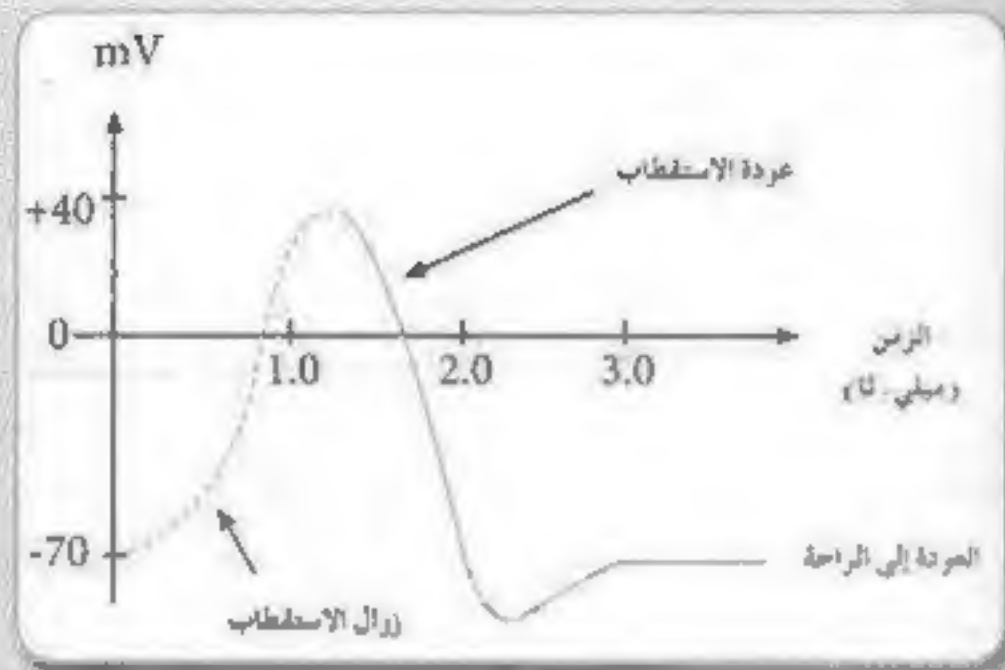
الوسط الداخلي

الوحدة التعليمية الخامسة : دور البروتينات في الاتصال العصبي

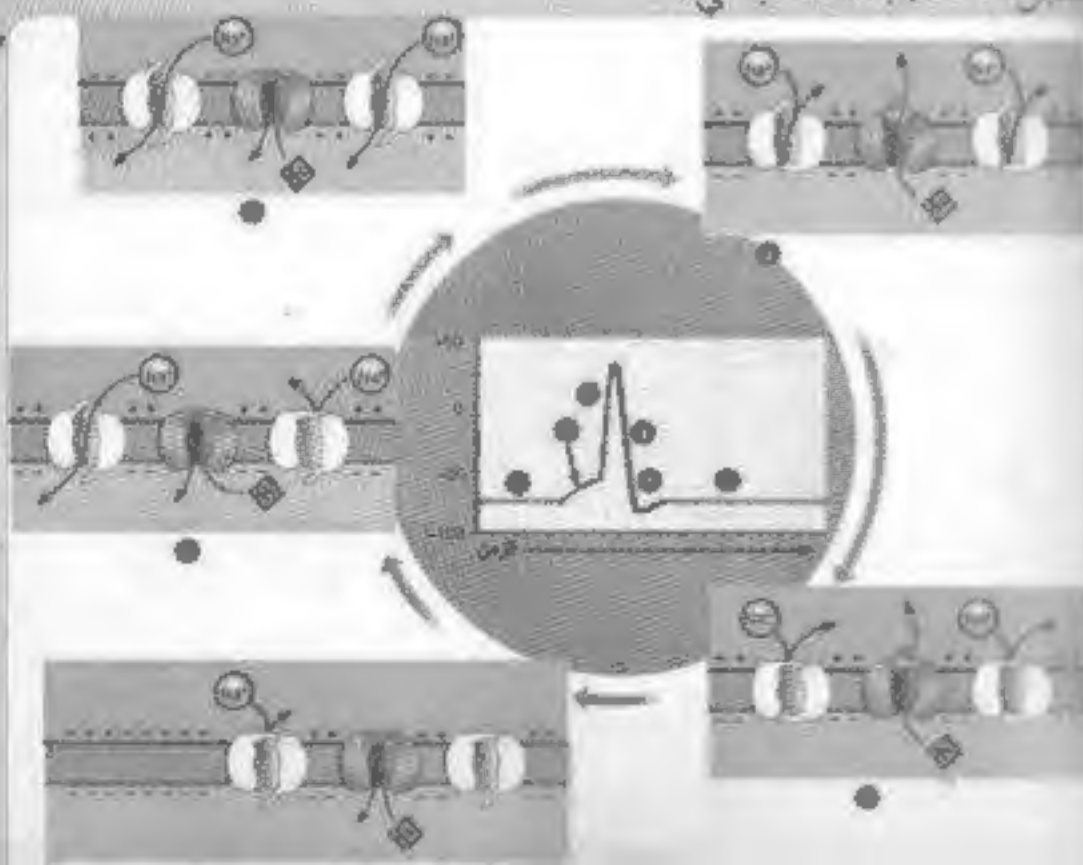
البروتينات الصوديومية (Na^+)

مع قنوات البوتاسيوم (K^+) التي كانت مغلقة

بإزالة خروج K^+

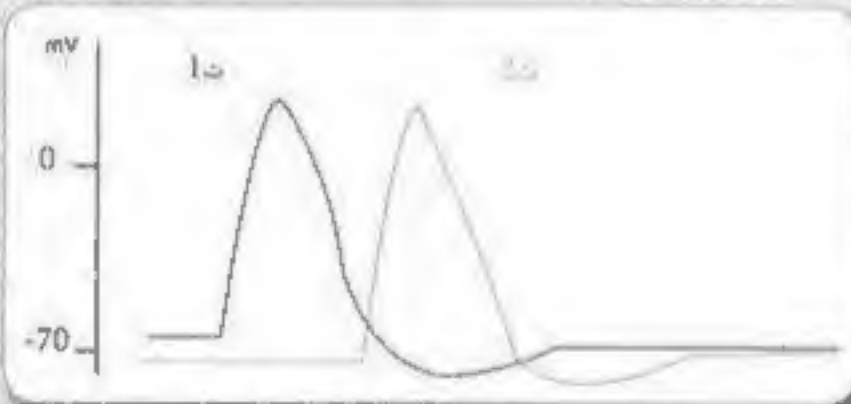
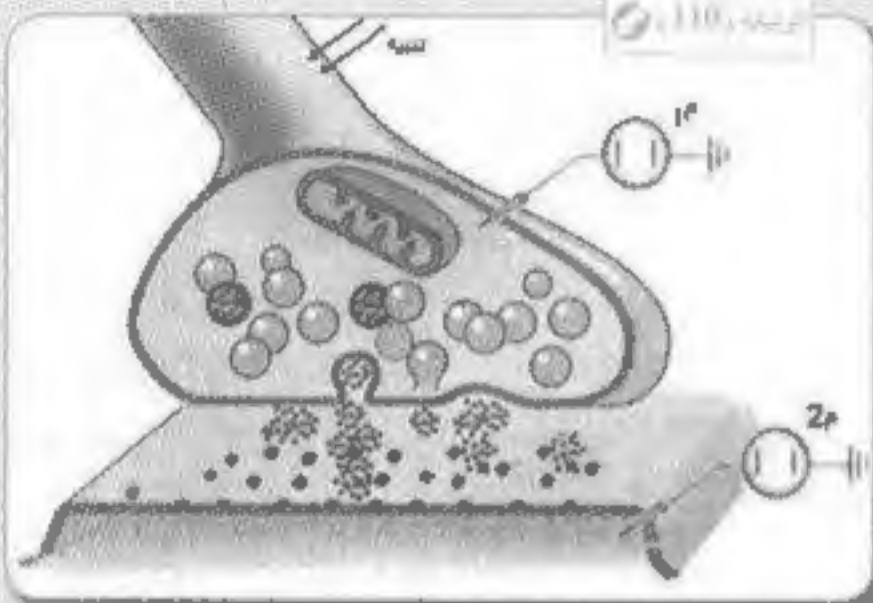


الشكل التالي يمثل رسماً تخطيطياً وظيفياً يبرز عمل القنوات النوعية أثناء الكيمياء حيث تدخل القنوات الغشائية في العمل بعد تثبيت المبلغ العصبي في مستقبل الغشاء بعد المشبكي.



وقف النقل المشبكي (التأثير المؤقت للمبلغ العصبي)

في مستوى المشبك العصبي العضلي كما توضحه الوثيقة (110) تجري التجربة التالية :
من بواسطة سحاحة مجهرية أنزيم كولين أستيراز في مستوى الليف قبل مشبكي ، ثم ننبه
خلية ما بعد فترة زمنية نلاحظ عدم تسجيل المنحني (ت 2) بينما يتم تسجيل المنحني
(ت 1) من الوثيقة (110).



حدثت الكمون في الغشاء
المشبكي كما لاحظنا
أن ارتباط بتوفير الأسيتيل
كولين في الشق المشبكي ،
التي الأسيتيل كولين
هو أنزيم محلل
الأسيتيل كولين يعرقل هذا
الارتباط الغشائي و من ذلك
نتيجة أن وقف إشارة التنبيه
من إمالة انزيمية للمبلغ
العصبي (الأسيتيل كولين).

المبلغ العصبي : تتم إمالة
الأسيتيل كولين المثبت على
تبدلات بعد مشبكية ،
التي أنزيم الأسيتيل كولين
الذي يتواجد بتراكيز
عالية على مستوى الشق
المشبكي . إن عملية الإمالة
التي تؤدي إلى التثبيط السريع
الأسيتيل كولين و إلى انغلاق
القنوات الصوديوم و بذلك عودة
الغشاء بعد مشبكي إلى حالته

كمون العمل أو (تبدلات الاستقطاب في النقطة المنبهة) هو انخفاض سريع في استقطاب الغشاء ينتهي بزواله ثم انعكاسه جزئياً ثم العودة لكمون الراحة والعامل الضروري لانعكاس استقطاب الغشاء هو كل من قنوات الصوديوم والبوتاسيوم.
وقنوات الصوديوم وقنوات البوتاسيوم هي بروتينات قنوية تقوم بتأمين محركات التي تسمح بمرور الشوارد النوعية وتكون ذات بوابات تفتح وتغلق حسب فرق الكمون عبر الغشاء الخلوي .

نفسر تشكّل كمون العمل كما يلي :

- 1 - عند التنبيه الفعال لنقطة من غشاء الليف تفتح بوابات قنوات الصوديوم الفولطية
- 2 - تأخذ شوارد الصوديوم بالتدفق نحو الداخل مضاعفة نفاذية الغشاء للصوديوم من 500-5000 ضعف
- 3 - ينخفض كمون الغشاء تدريجياً حتى زوال الاستقطاب
- 4 - يستمر تدفق شوارد الصوديوم فينعكس الاستقطاب في المنطقة المنبهة أي تصبح شحنة السطح الداخلي موجبة مقارنة مع شحنة سطحه الخارجي
- 5 - تغلق بوابات قنوات الصوديوم وتفتح بوابات قنوات البوتاسيوم الفولطية
- 6 - يحدث انتشار لشوارد البوتاسيوم إلى الخارج مؤدياً إلى العودة التدريجية لكمون الراحة أي عودة استقطاب الغشاء
- 7 - تغلق قنوات البوتاسيوم ويعمل الضغط الفعال بمضخة الصوديوم والبوتاسيوم على تثبيت حالة استقطاب الغشاء .

في هذه الطريقة سمحت تسجيل النتائج الممتدة في مسجلات الوثيقة
في مسجلات معلاقة بين تركيز شوارد الكالسيوم في الهيولى و النشاط قبل
في كمونات العمل قبل مشبك (حيث كما رادت تواترات كمونات العمل
في شوارد كالسيوم في الوسط ان احني

قبل وبعد سيبه اعصون قبل

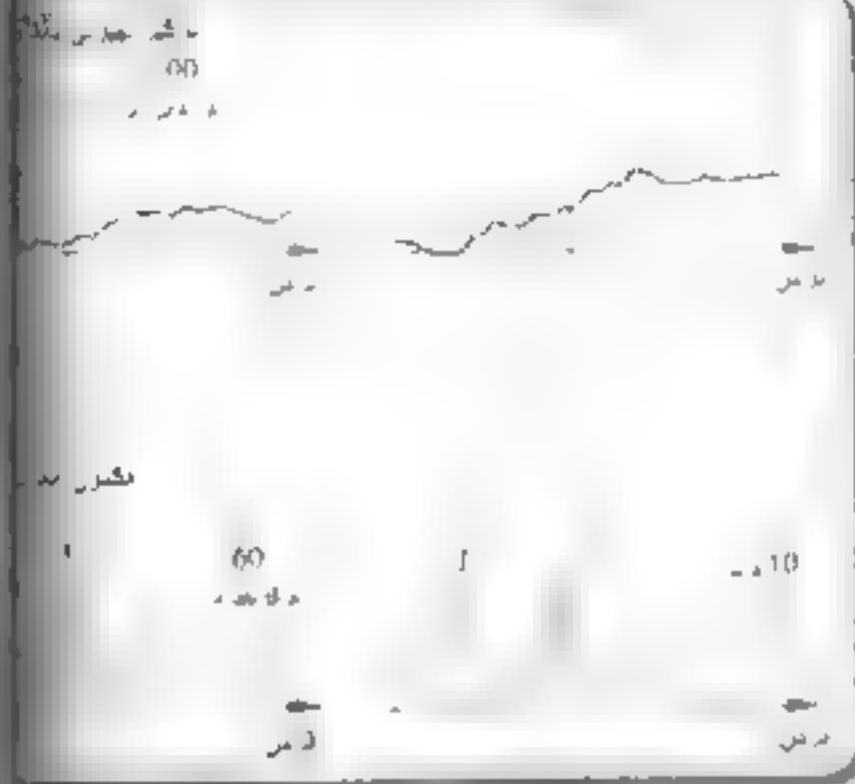
رقة (112) مظهرين مختلفين لمنطقة المشبك العصبي العصبلي (اللوحة
وذلك حسب ما يكون عليه العصبون المحرك (العصبون قبل مشبكي) في حالة
حالة الراحة .

في الحالة تسمح المقارنة بين المظهرين باستنتاج انه عند وصول التنبيه الفعال
العصبية) إلى الزر المشبكي أين تتواجد حويصلات الأسيتيل كولين الشكل
هذه الحويصلات ليتحرر الأسيتيل كولين عن مستوى الخبير المشبكي
(-)

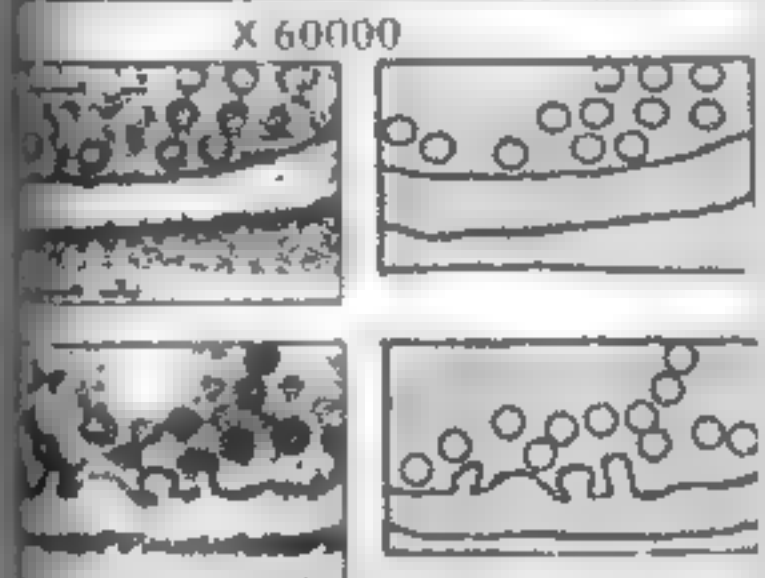


مظهر العلاقة بين تركيز الأسيتيل كولين في الشق المشبكي و النشاط قبل مشبكي
عمل قبل مشبك (حيث كما ردت تواترات كمونات العمل رادت
سيتيل كولين في الوسط .

تغير شفرة الرسائل العصبية في مستوى شق المشبكي



لا تظهر تغيرات كمية شوارد
لكالسيوم في الزر المشبكي
تجرت لتجارب مشابهة
بعد سحب
كل الكالسيوم موجود في
الوسط عبط بخلايا يحدث
تنبيه فعال على ليف قبل
مشبكي فلا نحصل على
تسجيل كهربائي لكمون
العمل على مستوى ليف
بعد المشبكي



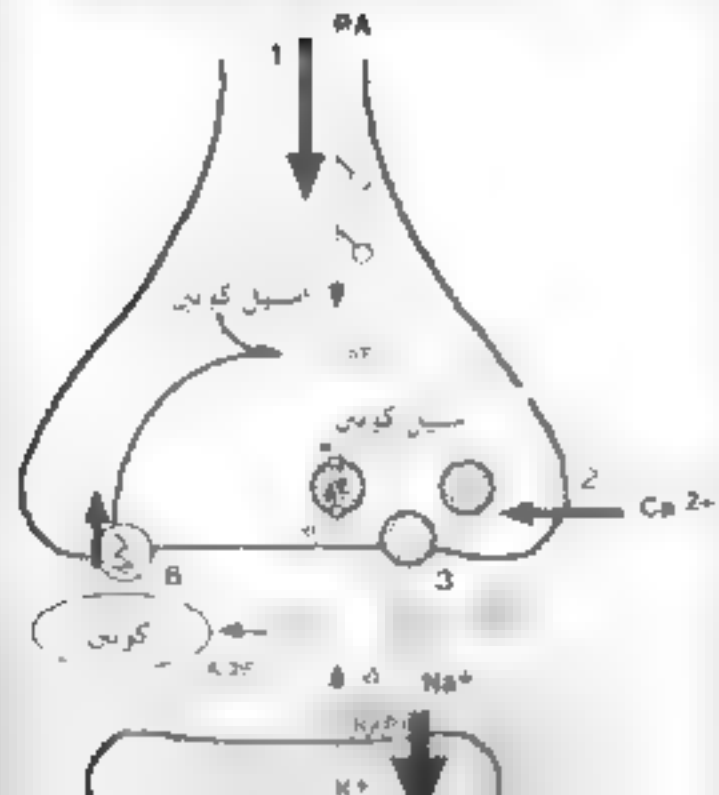
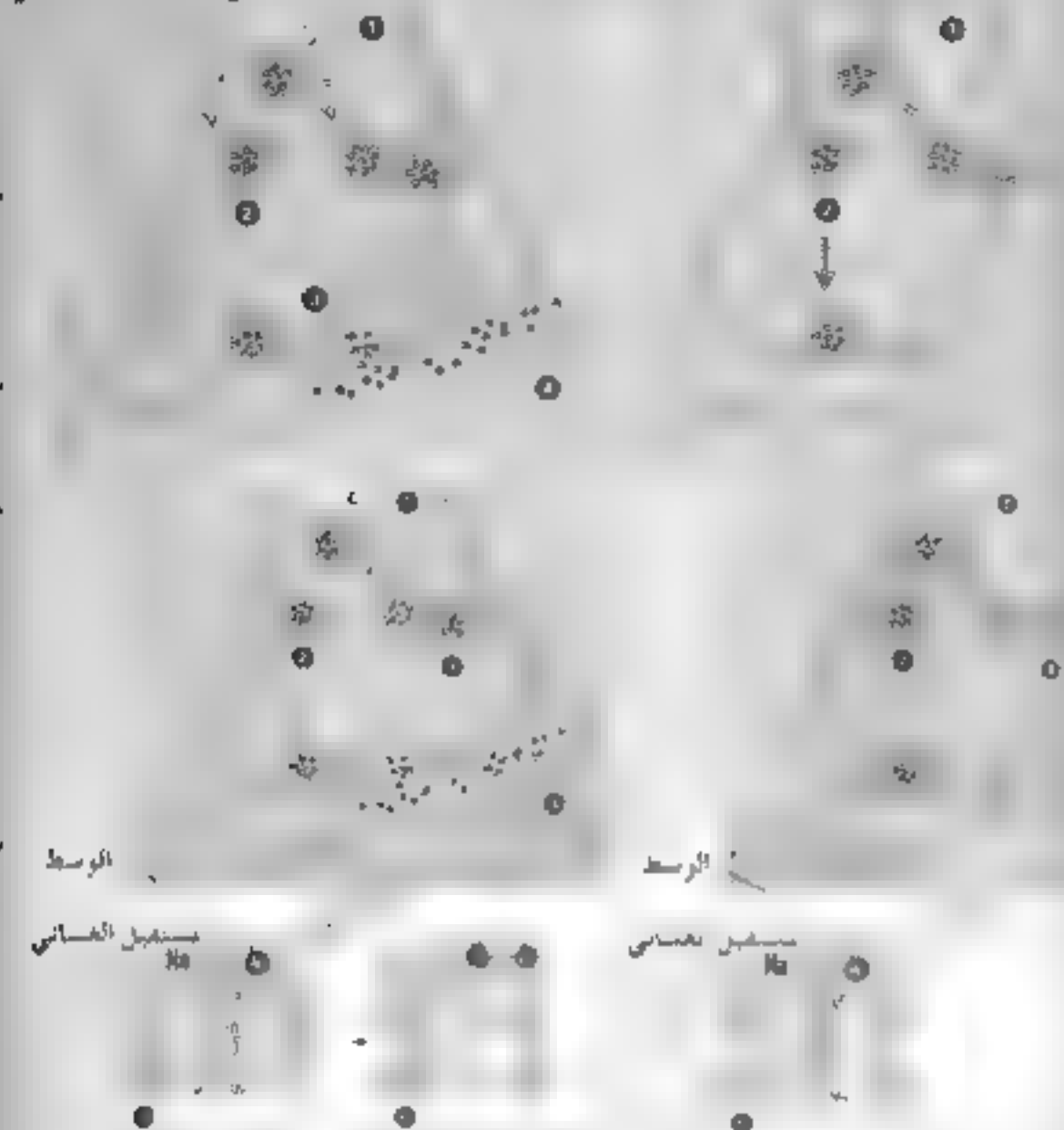
في غياب أي
سبه يؤدي حقن شوارد كالسيوم
في مستوى الزر المشبكي إلى
تسجيل كهربائي لكمون العمل
على مستوى ليف بعد مشبكي
بعد حقن مادة
الايكورين (بروتين يثبت شعاع
صوتيا في وجود شوارد الكالسيوم
في مستوى الزر المشبكي ، تصبح

المجال التعليمي الأول

يمكن أن يستجيب من هذه الشحنة سالبة سريان السبائك عبر مشبك يستوجب وجود شوارد كالسيوم (Ca^{2+}) في نهاية الأعصاب قبل مشبكي حيث يسفل من التوسط الخارجي (تسفل الخط مشبك) ، و أن هذا الكالسيوم يساهم في تحرير الناقل العصبي على الشق المشبكي و ذلك عن طريق (أصبح محبوب تشاء من الحويصلات المشبكية ، حيث يسفر في شق مشبكي و يؤثر على العشاء بعد مشبكي موجد فيه زوال استقطاب.

العصبون قبل المشبكي يصنع الوسيط الكيميائي الذي يبقى محبنا في الحويصلات المشبكية. وصول لسانه بعصبية (كمون عمل) يولد زوال استقطاب لعشاء قبل مشبك سمح قنوات الكالسيوم بتدفق الكالسيوم من توسط خارجي على نهاية محور فوسفوري مشبكي قواتها. يسمح كالسيوم بتدريج الحويصلات مشبكية بعشاء نهوسي قبل مشبكي بتسفل أنزيمات نوعية تعمل على تحريك الحويصلات المشبكية والتحامها بالعشاء المشبكي.

يتحرر الوسيط على الشق المشبكي بطريقة الاطراح الخدوي الذي يتطلب طرفة من نشاط نسو كبريات موفرة بكثرة في نهاية المحور (قبل المشبك) يشبك توسط على مستقبلات عسائية الموجودة على العشاء بعد مشبكي يتسبب تسفل الوسيط في انفتاح قنوات الصوديوم ، تتدفق شوارد الصوديوم مولدة زوال استقطاب في لعشاء بعد مشبكي لشكل كمون عمل (سبائك عصبية) جديد في هذا لعشاء بعد توليد كمون عمل جديد يتوقف نشاط الوسيط حيث يسهك (في الاستيل كولين يسهك بواسطة أرم كوني سبرار إلى كولي + حمض) تؤدي عملية التسبيل إلى انغلاق قنوات الصوديوم ، ويسرجع لعشاء حيث كما يعاد امتصاص الكولين بالنقل الفعال إلى العشاء قبل مشبكي يستعد جديد لتكميل الوسيط.

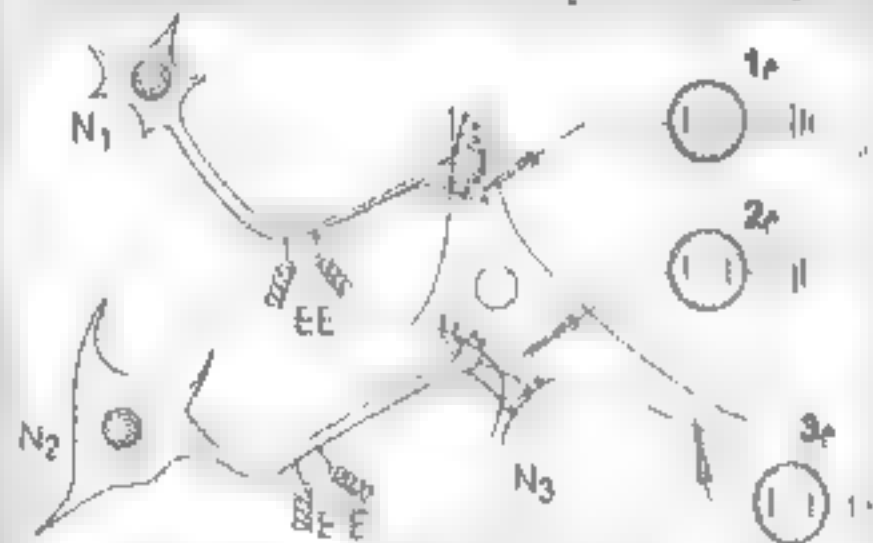


١٠ - تتأثر بين تواترات كمونات العمل على مستوى انصبوبات محركه للعصبية
١١ - بواسطة أثناء انعكاس انشد العصبي سمحت بإظهار أن الرسائل العصبية
١٢ - العصبية تتسبب في تغيرات بالقوة العصبية للعصبات بواسطة
١٣ - كمونات العمل للعصبوبات محركه للعصبة المشدودة وانخفاض أو حتى
١٤ - العمل للعصبوبات محركه للعصبة المضادة ، وإذا كانت العصبوبات
١٥ - كمونات عمل منبهه و كمونات كاذبة ، تكون السلسلة العصبية القادمة
١٦ - بالسيه لبعض المشايث و كاذبة بالسيه لأخرى ، وإذا كان نفس
١٧ - على نوعين من المبتعات العصبية بعملاق في خطوات مختلفة ، كما
١٨ - العصبي أن يؤدي ، حسب صيغة استجابات ، إما لاراله الاستفصاف
١٩ - لأفراح الاستفصاف وبأسالي التكبح

يعمل بحسب الخبوي لهذه العصور على دمج هذه المعلومات المتصادمة و تظهر محطته
نهاية الصور الاسطوانية إما بظهور كمون عمل منبه أو بظهور كمون عمل مثبط ،
تضمن عمليه الأدمج دوراً مهماً في معالجته البرسائل التي يمر المركز بعصبي

يُمثل قائلو عصبونيين فين مشككين أحد هدا مبد

١٠ على عصبون بعد مشككي يحدث تسيهات كهربائية على N1 في EE
١١ و I-I و النتائج تحصل عليها كمثلة في الوثيقة



التنبؤات

EEJ

EE

411

التسجيلات في
(1م) و (2م)

144

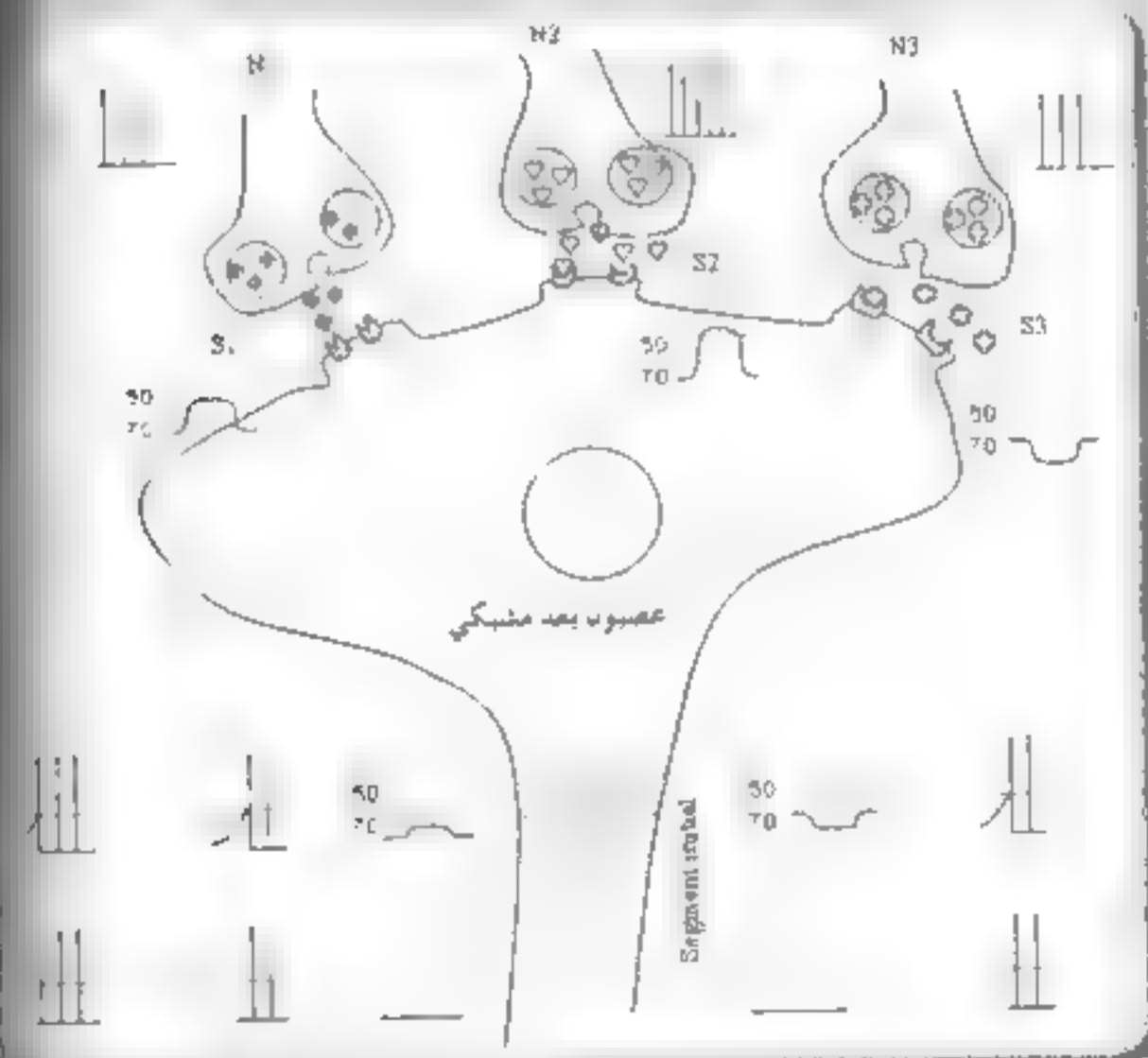
الفتية

2.

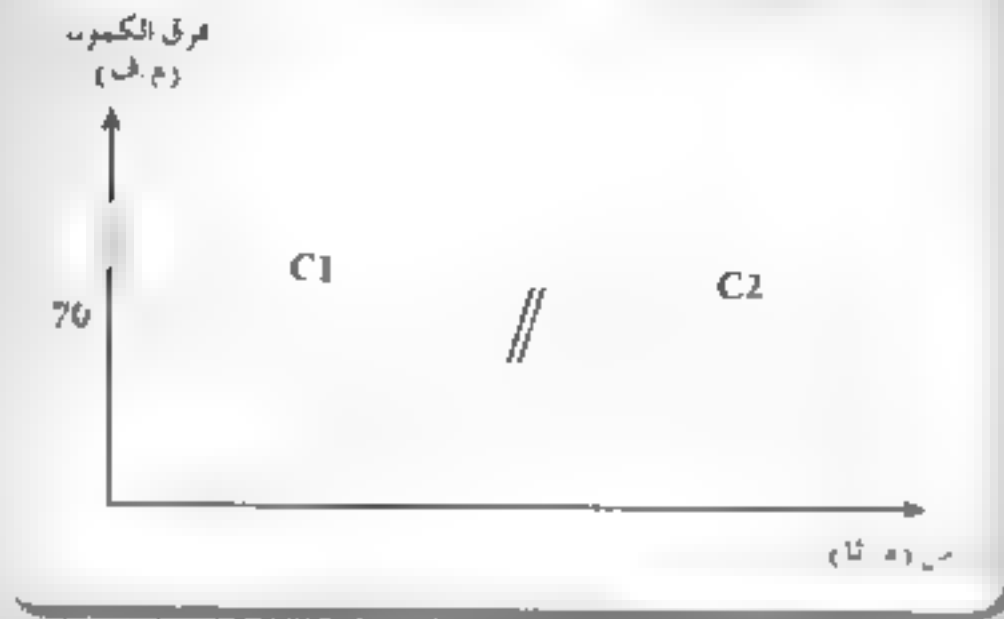
المتغيرات

173

2.



ويتم مع العصبون بعد مشيكي باستمرار مجموعات كبيرة من الكموبات بعد مشيكي
سيهية أو مثبته ، فإذا كان الناتج الإجمالي كافيا لحدوث زوال الاستقطاب فإنه يتولد
العمل ، وإذا كان الناتج الإجمالي دون عتبة زوال الاستقطاب فلا يتولد كمون عمل



نصوص N1 و N2 على علاقة بالعصيون N3 بواسطة الخشب.

نسخه آنچه به نسخین م، م، بدست می آید، خصوصاً N1 و N2 علی بن محمد
N3، اضافه می کند و صیغه م، نسخه نسخین بهشتی می گویند عمل محمول
اخیر الاسطوانات.

بلاحدہ تسخیل روں سے عصاب صغیر تھیں کموں عمل عد مشا
PPS و مہ سسج ان الئہ انکی من مہمہ و یس تسخیل فی م 3 مہور
عمل مہ یس انکی PPS عد مشککی ہو کموں مہمہ ی PPSE

في هذا التشبيه يكون الكمون بعد المشيكي PPS ممثلاً بـ μ لاستقصاء ندرته بعد المشيكي ، و هذا ما يبعد قيمة شدة العناية المسجلة من $N1$ ، وهذا ما يقود إلى عدم تسجيل كمون عملي في محور μ و الكمون المشيكي المسجل على محور μ هو كمون شبه PPSI

في ٥

و نمک آن مسیح و انحصار بدیع دستور مجموعه من کمبود عمل
مشبکه سو، اکات مبطله او مشبه، فیر من کمبود عمل د' کاب ساج لایحه
برون لاستفاد کاف، و د کاب شاح لایحه دو عیسه ر و لاستفاد
بر من ای کمبود عمل

تجارتی و لاجوردی میں عذریہ سادہ طور پر عمل سبب سے پیشکش کے اثر
کو دیکھ کر، ان کے اثرات کے اثرات (مکمل) کے ساتھ ساتھ GABA (ہی
میں) کے اثرات کے اثرات (مکمل) کے ساتھ ساتھ

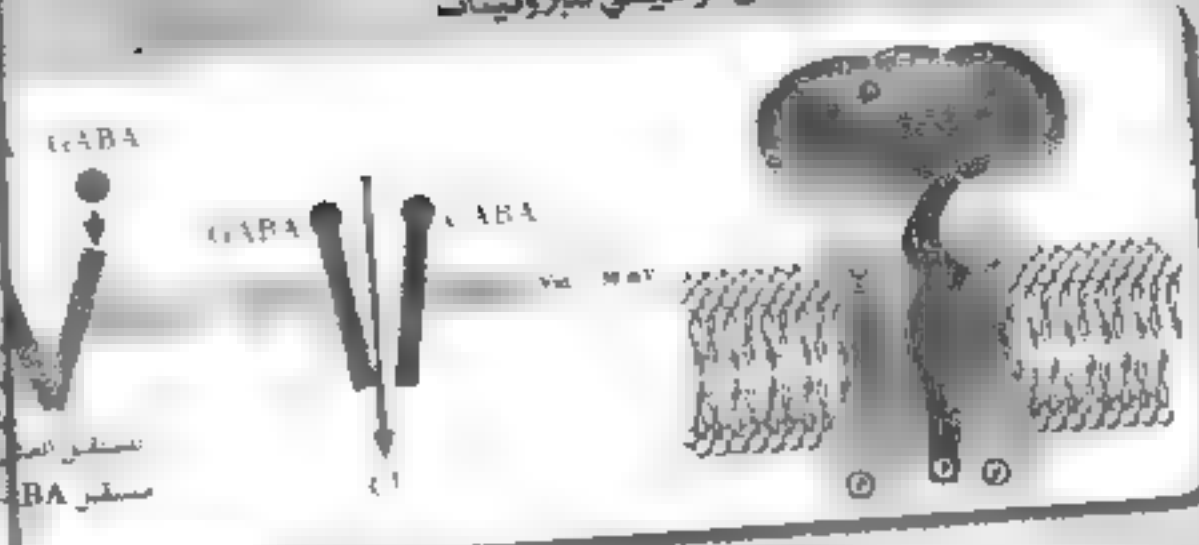
في وقتها

١- اسمه شوارز الكحلور في لزر. مشبكي أجرت استعارب امالية
٢- بعد سحب كل الكحلور الموجود في الوسط المحيط بالخلايا يحدث سميتها
٣- فل مشبكي فلا يحصل على التسخيل الكهرائي لمرء الاستغصاب عن
٤- بعد مشبكي.

الثالثة : في غياب أي تنبيه يؤدي حقن ثوارد الكلور في مستوى الخلية
في تسجيل فرق في الاستقطاب على مستوى السليق بعد مشككي
من تنبه العصبون لمشط يسمح بملاحظة تزايد في إفراز GABA

تأثير GABA بوليك فرط في الاستقطاب (ارتفاع فرق الكيمون بين سطح و
 بعد مشبك) أي ارتفاع في عدد انشور داسانه في د حل الحبه بعد
 س د انشابه ما هي إلا شور د انكور

GABA - بی نوردرجهایاب مشبکیه و تثبیت عصبی مستقبلات غشیه عصبی بعد از خواب در حین خواب در غشیه عصبی و هدایت می شود در حین عصبی



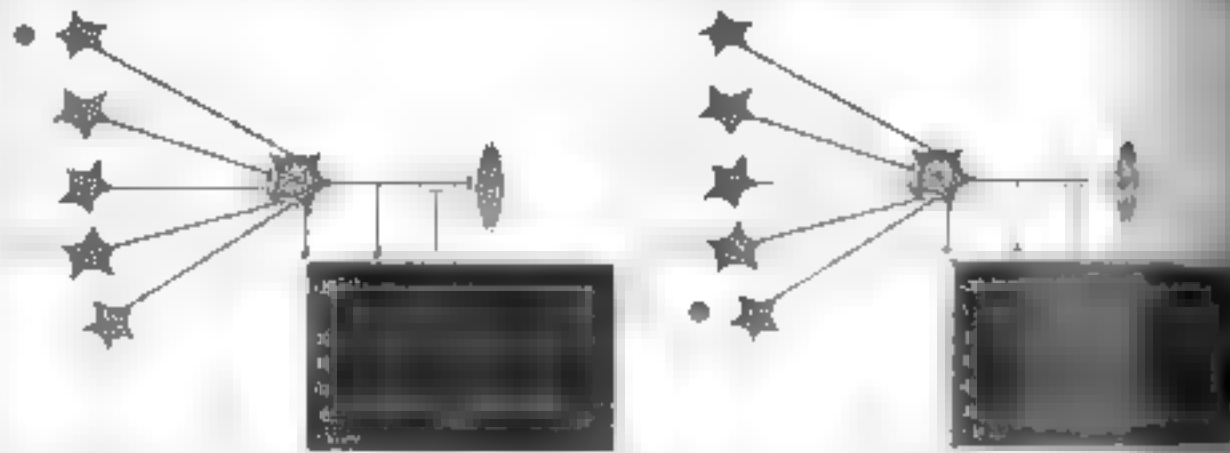
يكون عشاء تخفيف عصبي في حالة برحه مستقطب كهربائيا (يحمل شعيرات
على السطح و شعيرات ماسة بالوسط الداخلي)
تنشأ كمونات العمل في العضوية سوء من الخط حيث المستقطبات الحسية
أو انطلاقا من اتركز العصبية في مستوى العزير نهاية محور الاستوائي ، و هي
لا يمكن تسجيل كمونات عمل إلا بداع رؤر الاستقطاب في عشاء احسة
العنية. ما بعد احسة يكون تواتر كمونات العمل النشئة كبيرا كلما كان
الاستقطاب كبيرا

يتم نقل الرسالة العصبية من حلية إلى أخرى بواسطة مواد كيميائية (وسيط كيميائي) على مستوى مشابك الكيميائية ، هذه المواد الكيميائية تكون مع النهاية العصبية المدحور لاستطوابة للعصبونات قبل مشيكية ، تحرر هذه الوسائط المشيكية عند وصول كمون العمل إلى هذه النهاية.

في حالة كون املع العصبي منها كالاستيل كولون تثبت حركات انوسيط الكمي
على مستقبلات تقع على العشاء بعد مشكي ، فيتولد بدلت كمون عمل بعد
يكون منها PPSE ، إذا كان مجموع اندراج الكمونات كاف ، أما إذا كان
كمونات العمل غير كاف فإن الحمية بعد مشكية تنفي في حالة راحة لعدم
كمون عمل بعد مشكي

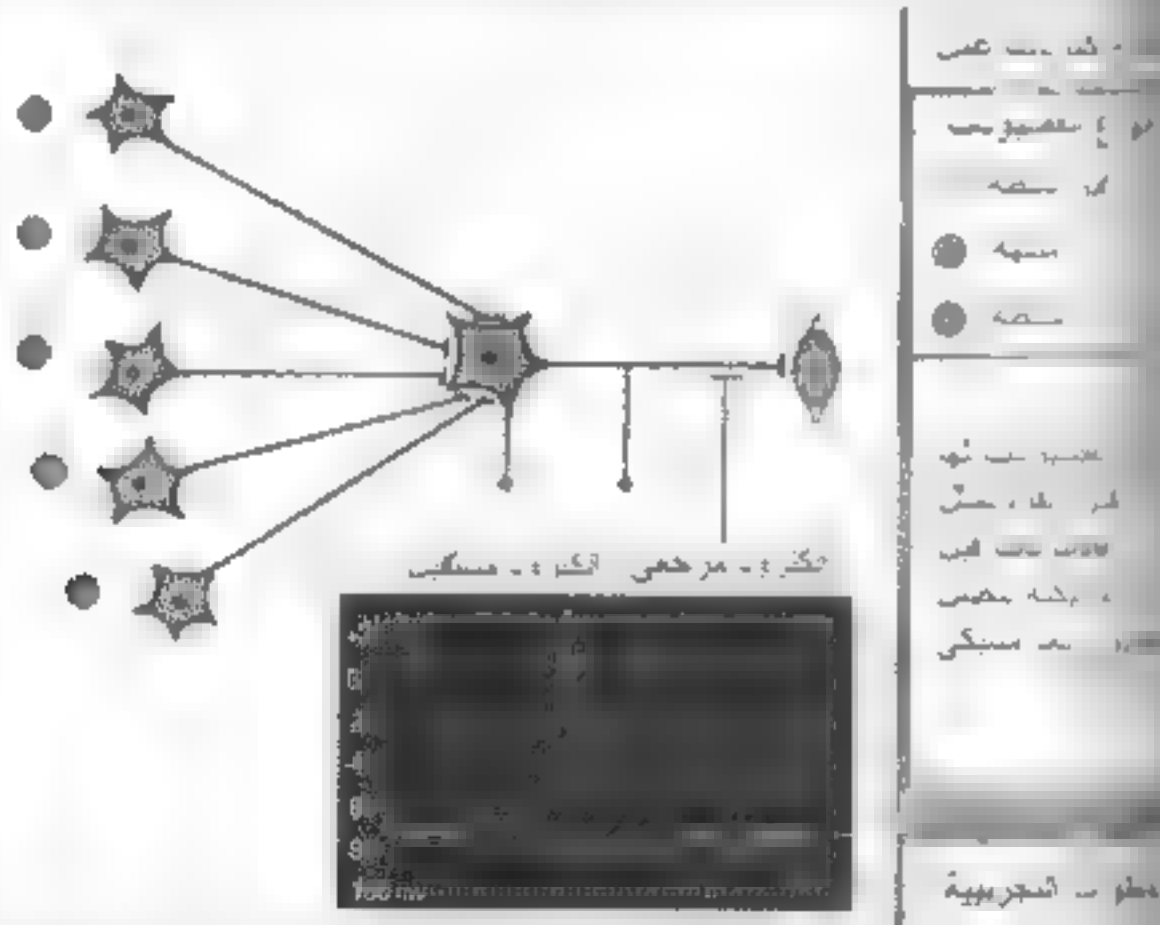
في حالة كون المبدع العصبي مشبعا مثل الـ GABA تثبت جزيئات التوسيط الكميون على مستقبلات تقع على الغشاء بعد مشبكي ، فيولد بذلك كمون عمل مشبكي يكون مشبكا PPSI ، إذا كان مجموع اندماج الكمونات كاف ، أما إذا كان مجموع الكمونات العمل غير كاف فإن الخلية بعد مشبكية تبقى في حالة راحة وتولد كمون عمل بعد مشبكي

PPSI الناشئ يحدث فرطاً في الاستقطاب و هذا غير مفيد لكمون العمل (يعرفون
و المحصنات التالية تظهر عما المشاغل ١٩٨٠



تحت سيطرة مسبق مكن در مه كيه دمج معلومه بعصبية على مستوى مسلكي بخلق من تحليل نتائج تحريته محصل عنها

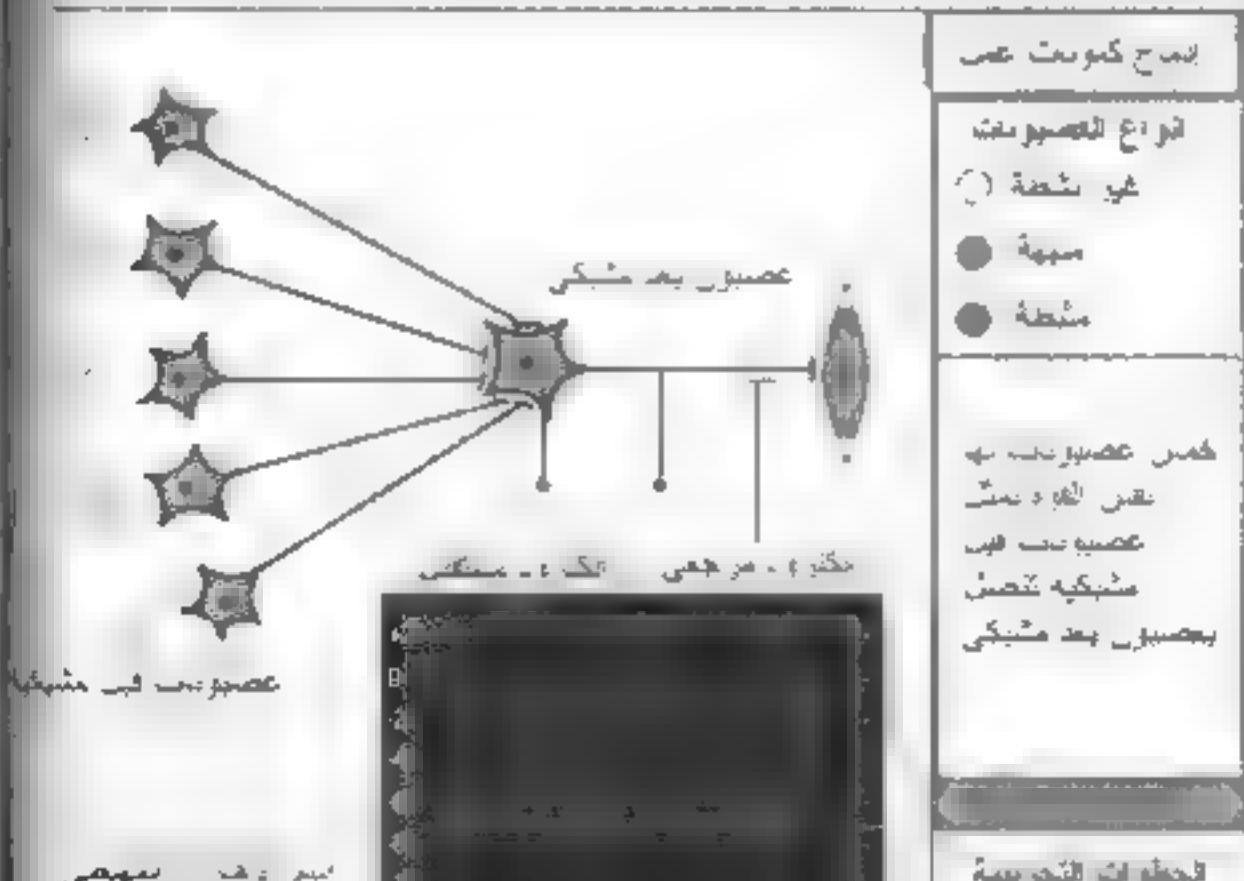
مشبك ذات مرة سلبية



الحالة عند تنبيه العصبونات الخمسة في آن واحد نفس شدة ون كمون عمل في العشاء بعد مشككي

• إذا كان زوال استقطاب العشاء بعد مشككي يتسبب في ظهور كمون عمل بعد تنبيه PPSE
• إذا كان فرط استقطاب العشاء بعد مشككي يتسبب في ظهور كمون بعد تنبئي PPSI
• وإذا كان وجود مشبك تنبيهية أو تثبيطية مرتبط بانفتاح قنوات محببة على بعد مشككي (قنوات الاستيل كولين المنبهة وقنوات GABA المثبطة)
• إذا كان العصبون يدمج باستمرار مجموعة من كمونات عمل بعد مشككية سواء مثبطة أو منبهة ، فيرسل كمونات عمل إذا كان الناتج الإجمالي لروال الاستقطاب لا بد كان الناتج الإجمالي دون عتبة رول لاستقطاب فلا يرسل أي كمون عمل

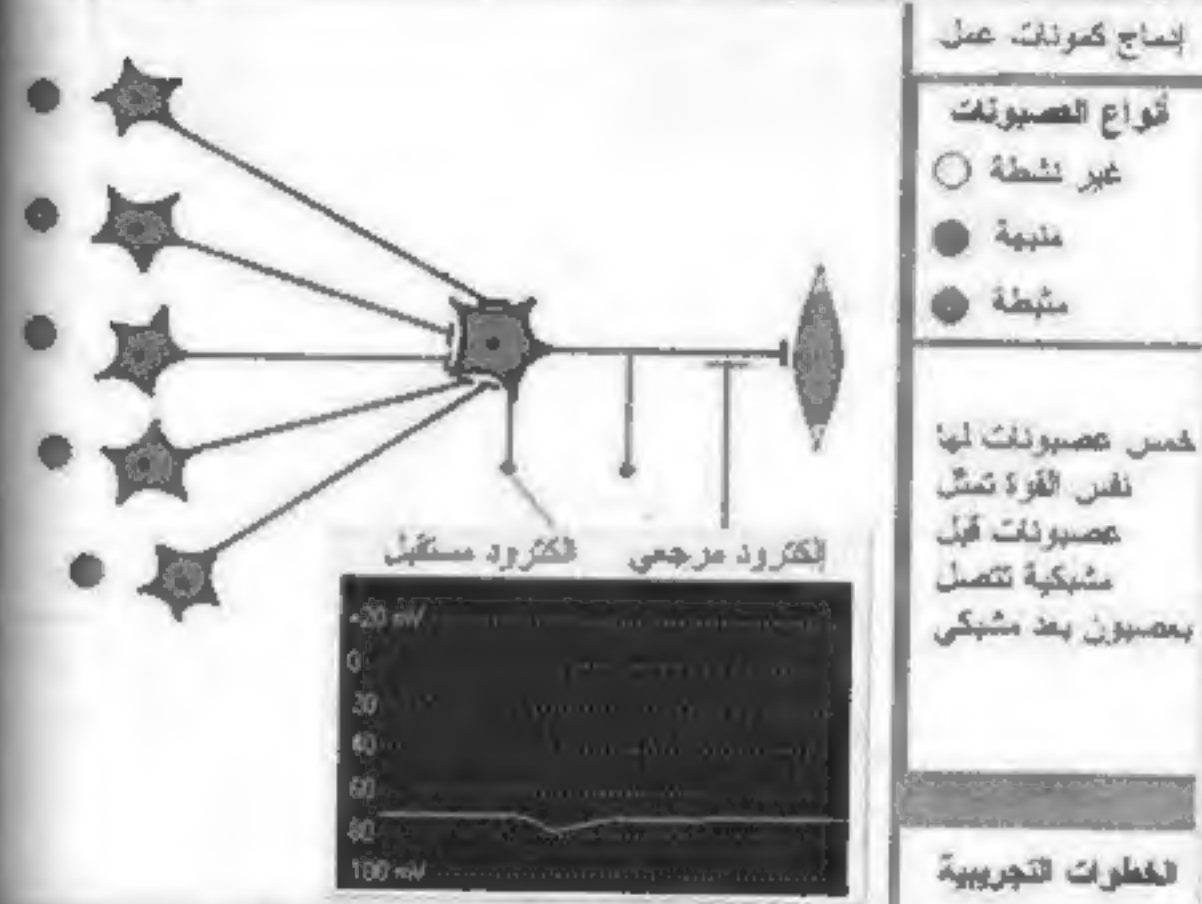
بإستعمال التركيب تحريسي نسي مكن جهاز كيه دمج معلومه بعصبية
بد أن تنبيه عصبون واحد تنبئي أو عصبون واحد تثبيطي لا يوجد مسجانه كمون لوتش (و)



لا يتعدى العتبة.

• كمون العمل الناشئ هو حاصل جمع كمونات العمل للعصبونات الخمسة أي
 $PPSEg = PPS1 + PPS2 + PPS3 + PPS4 + PPS5$

• الوصلية الثانية: مشابك ذات ميزة تثبيطية



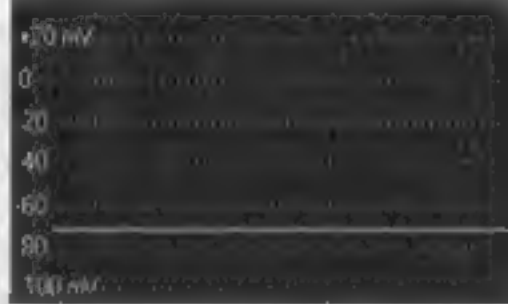
إمواج كمونات عمل

أنواع العصبونات

- غير نشطة
- مثبئة
- مثبئة

خمس عصبونات لها نفس القوة تمثل عصبونات قبل شبكية تتصل بعصبون بعد مشبكي

إكترود مرجعي إكترود مستقبل



الخطوات التجريبية

الاستنتاج

في هذه الحالة لم نتحصل على زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي أي عدم تشكل كمون في العصبون بعد مشبكي حيث لم يبلغ أي من مجمل الكمونات التثبيطية و مجمل كمونات التثبيطية عتبة توليد كمون العمل فبقي العصبون في حالة راحة.

نتج من هذه النتائج أن الجسم الخلوي للعصبون بعد مشبكي قد قام بإدماج جميع الرسائل العصبية و ذلك بتجميع مختلف كمونات العمل قبل مشبكية في قوس إله، هذا التجميع يسمح بتوليد كمون عمل إذا كان الكمون بلغ العتبة وإذا كان الناتج الإجمالي دون عتبة زوال الاستقطاب فلا يرسل أي كمون عمل. في هذه الحالة نقول أن الجسم الخلوي قام بتجميع فضائي لكمونات العمل قبل مشبكية PPS.

جميع الفضائي هو تجميع لمجموعة كمونات عمل مصدرها مجموعة من النهايات العصبية و التي تصل في نفس الوقت للعصبون بعد مشبكي.

في هذه الحالة عند تثبيه العصبونات الخمسة في آن واحد بنفس الشدة :

• يتكون فرط في الاستقطاب في الغشاء بعد مشبكي.

• مجموع كمونات العمل قبل غشائية تتعدى العتبة لأن كمون العصبون الواحد يتعدى العتبة.

• فرط الاستقطاب الناشئ هو حاصل جمع كمونات العمل للعصبونات الخمسة

$$PPSEg = PPS1 + PPS2 + PPS3 + PPS4 + PPS5$$

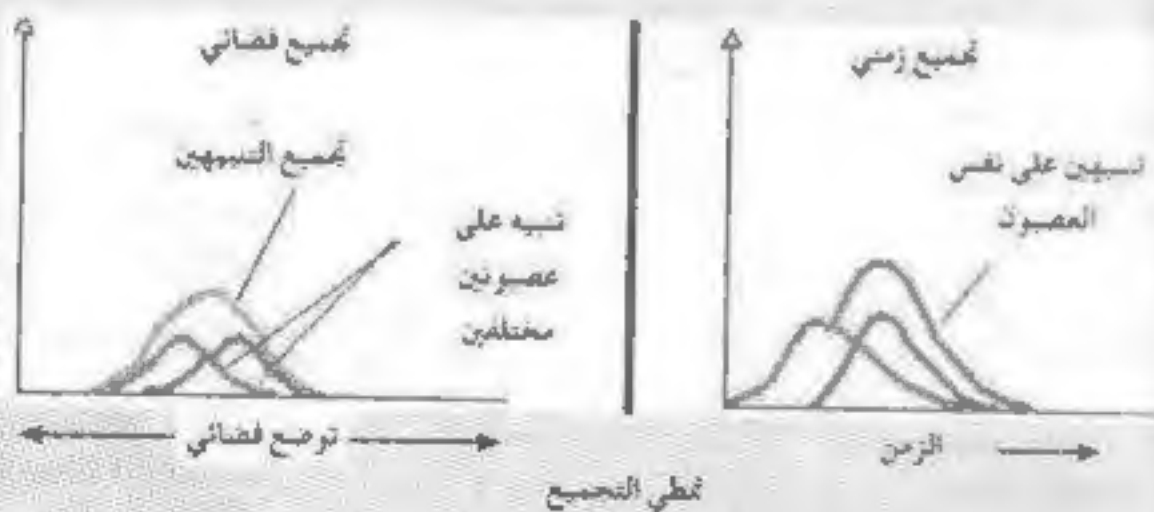
الاستنتاج

التجميع الزمني هو توليد كمون عمل في الغشاء بعد مشبكي إذا وصلت مجموعة من كمونات العمل المتقاربة من نفس الليف قبل مشبكي.

يختلف المشبك هي تنبيهية أو تثبيطية. وصول كمون عمل وحيد من العصبون قبل مشبكي إلى العنصر بعد مشبكي قد لا يولد كمون عمل في الغشاء بعد مشبكي، حيث ظاهرة زوال الاستقطاب لا تبلغ العتبة لبدء كمون عمل.

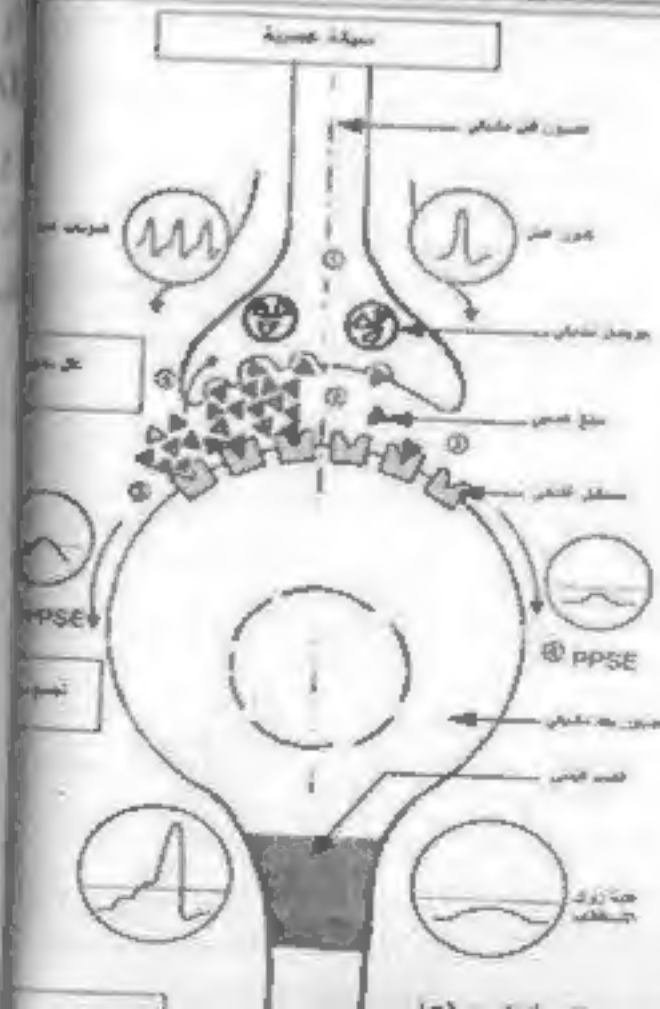
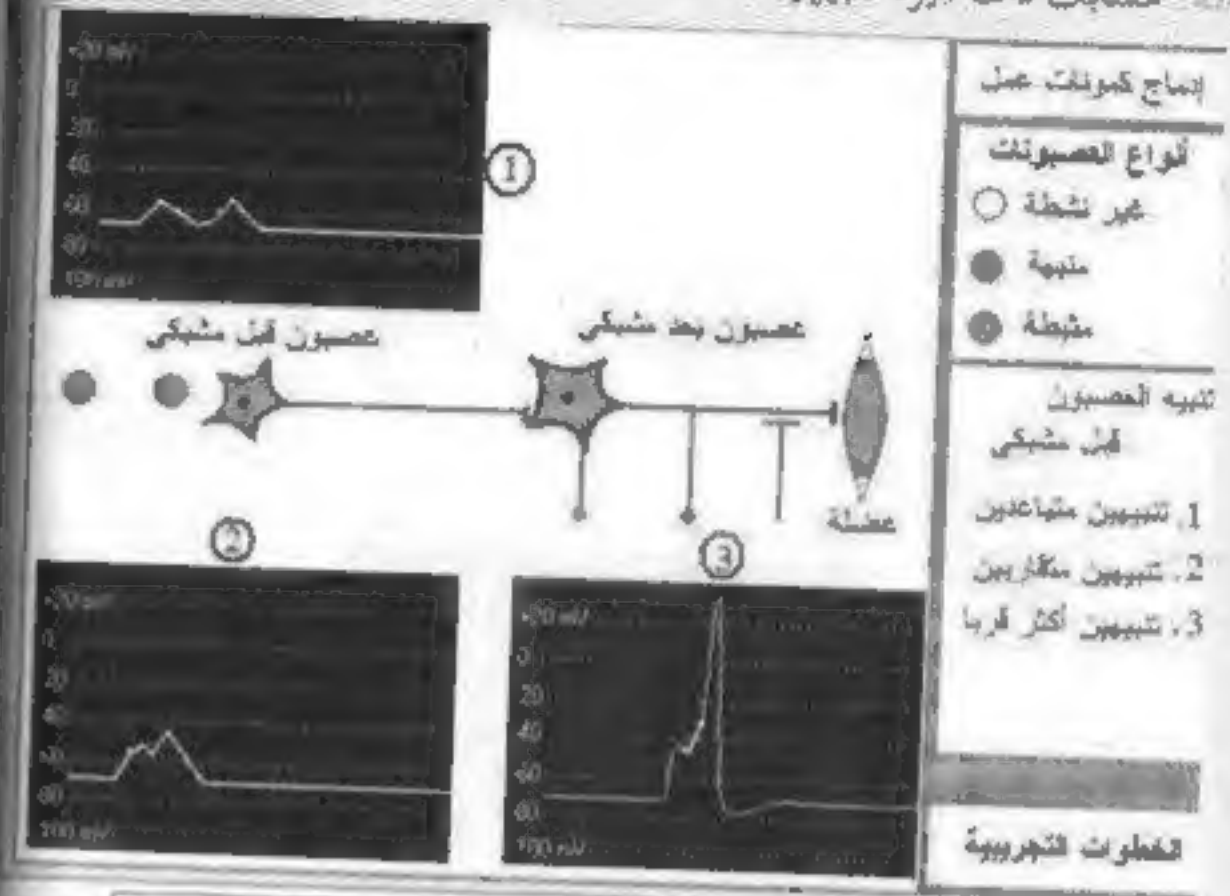
توليد كمون عمل أو مجموعة من كمونات عمل يقوم العنصر بعد مشبكي بتجميع كمونات العمل وذلك حسب الحالات التالية:

1. التجميع الفضاوي: حيث تقوم الأجسام الخلوية بالتجميع الجبري لمختلف كمونات العمل (PPSI و PPSI) وبذلك نقول أن للجسم الخلوي خاصية إدماجية. 2. التجميع الزمني: حيث يزداد استقطاب الغشاء بعد مشبكي بمعنى تولد كمون عمل في العصبون المشبكي إذا بلغ المجمع الكمونات التنبيهية والتثبيطية عتبة توليد كمون عمل وعلى ذلك يبقى العصبون في حالة راحة.



المجال التعليمي الأول: التخصص الوظيفي للبروتينات

ثانياً: عدة تسميات متقاربة على ليف واحد
حالة مشبك ذات ميزة تنبيهية:



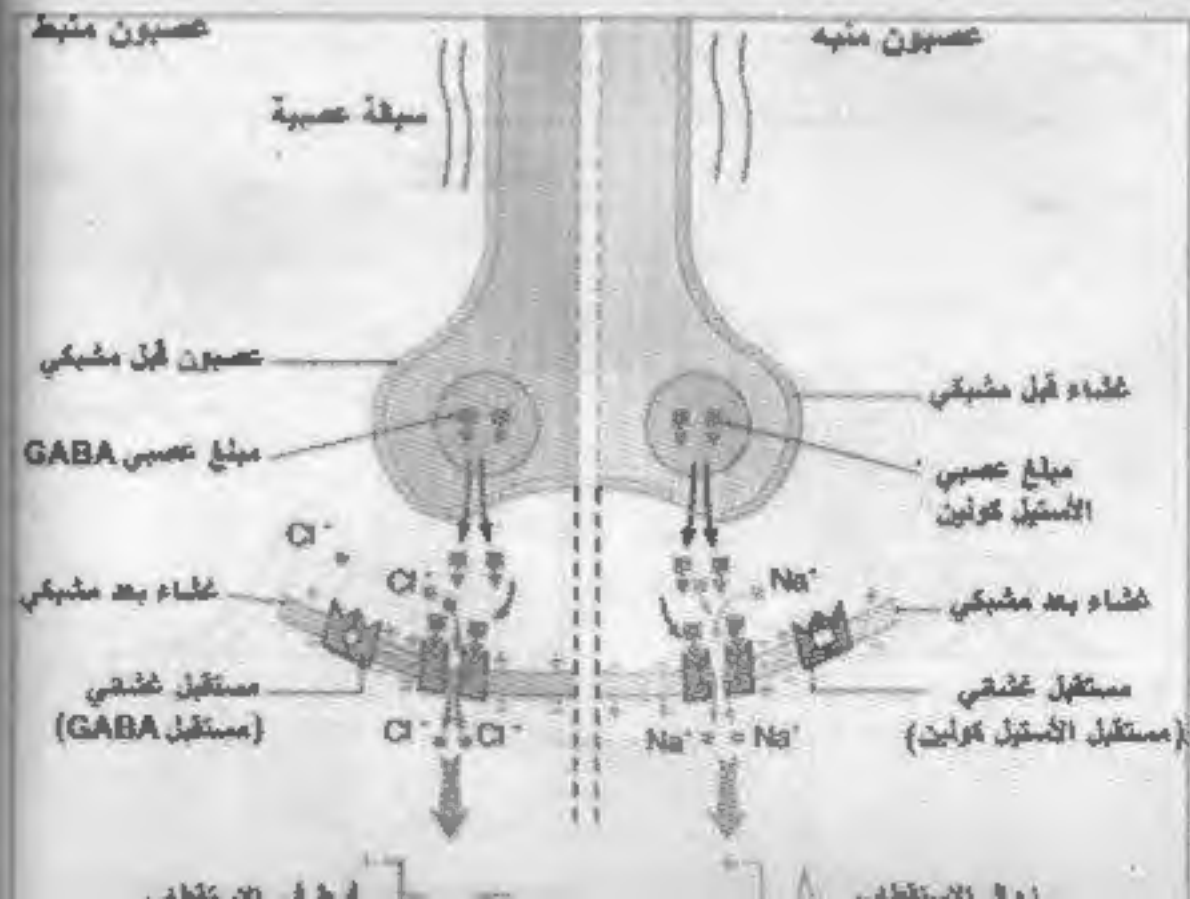
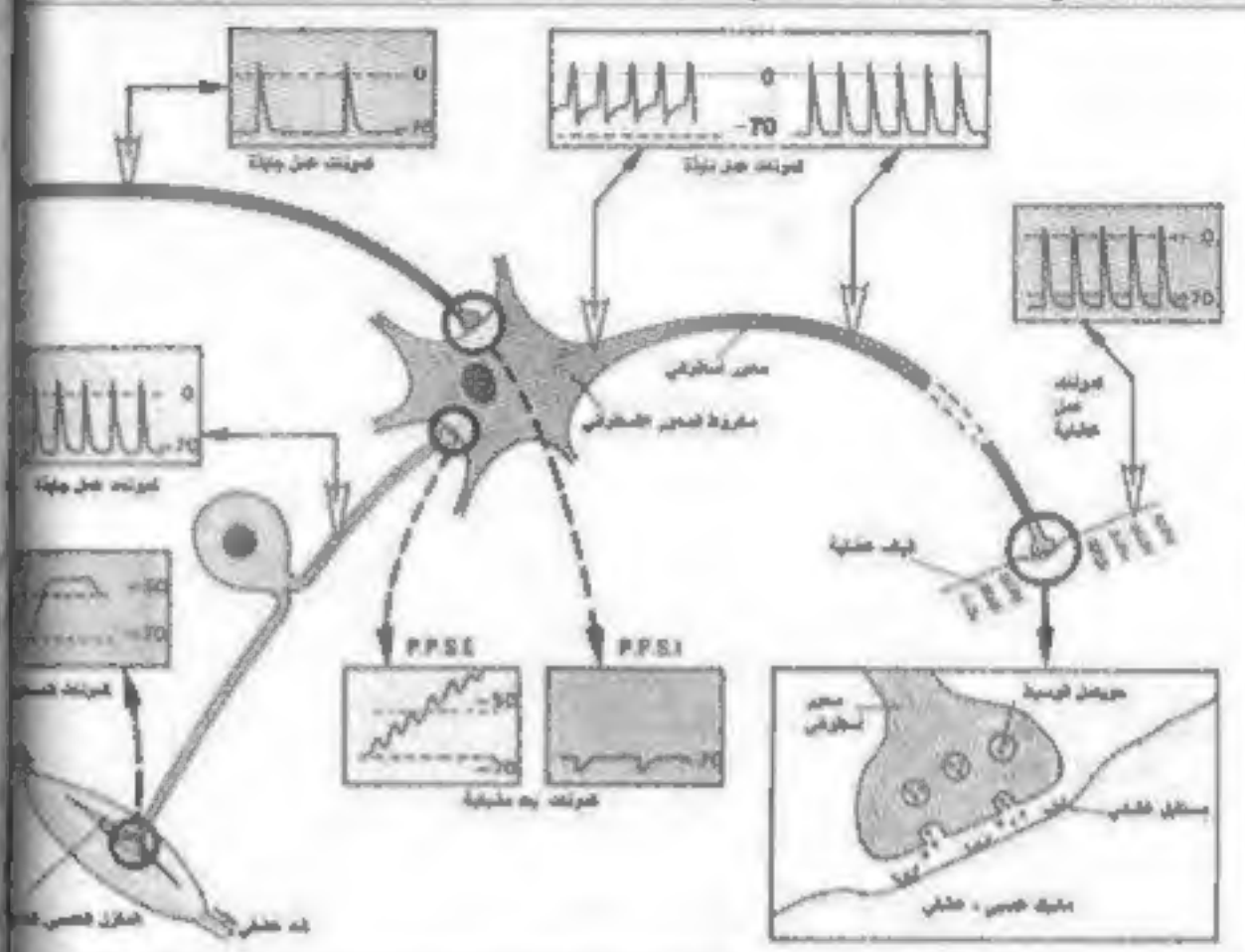
في هذه الحالة يتم تجميع كمونات العمل وهذا التجميع ناتج من تحرير المبلغ العصبي في الشق المشبكي ذي العلاقة مع تواترات كمون العمل، فكلما زادت تواترات كمون العمل زادت كمية المبلغ العصبي. ويطلق على مثل هذا التجميع إسم التجميع الزمني.

2024

المخدرات في مستوى المشايخ

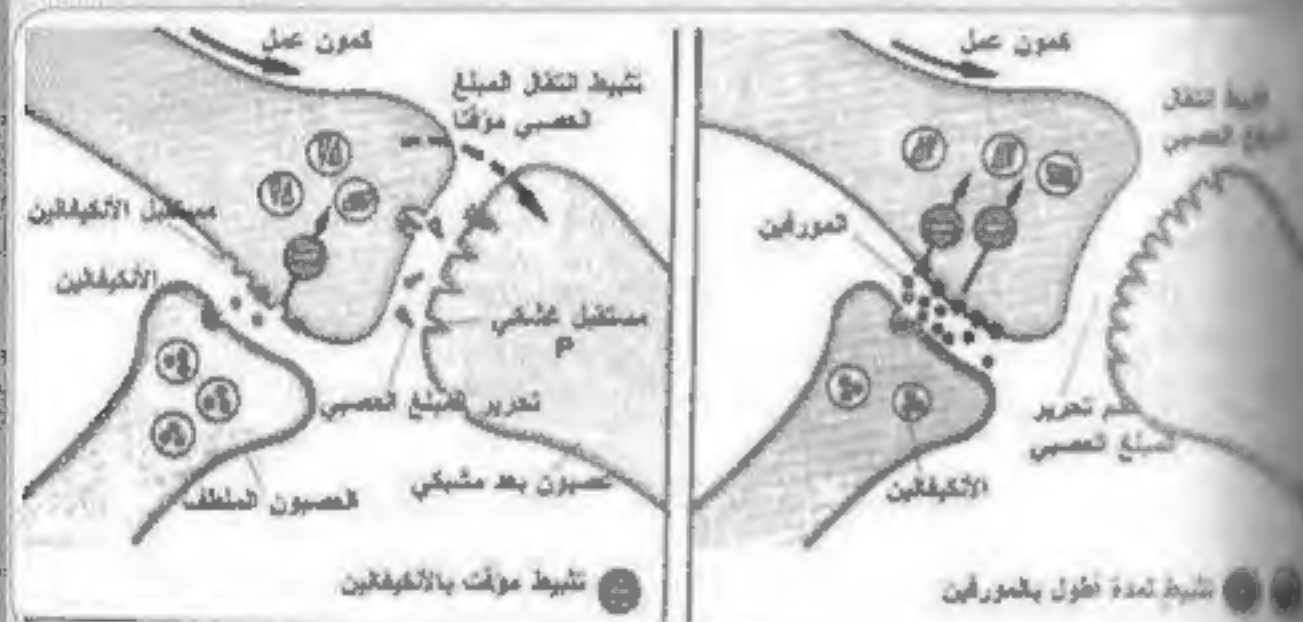
المورفين

حالة غياب المورفين .
: حالة حقن المورفين .



في السلاسل العصبونية بعض العصبونات تغير من الانتقال الطبيعي للسيلات
و بالتالي انتقال المبلغات العصبية ومن أمثلة هذه العصبونات ، العصبونات المهددة
بمواد تعرف باسم الأنكيفالين ، هذه المواد تفرز في الشق المشبكي و تثبت على
المستقبلات الغشائية للغشاء بعد مشبكي ، هذا التثبيت يمنع إفراز المادة P المبلغ العصبي

واللعب مادة المورفين نفس الدور الذي يلعبه الأنكيفالين ، و الفرق بين المادتين هو
أن الأنكيفالين مؤقت لوجود أنزيمات في الشق المشبكي تهيئه ، بينما تأثير المورفين
أكثر أطول لغياب أي أنزيم يهيئه .



هذه الدراسة المقارنة أن البنية الفراغية للمورفين تشبه جزيئة الأنكيفالين مما
يؤهلها القدرة على منافستها على المستقبلات الغشائية
بذلك تكامل يتبوي بين موقع تثبيت المستقبل على الغشاء بعد المشبكي ومادة

تنبيه على

قبل حقن المورفين



بعد حقن المورفين



الزمن (م.ثا) 500

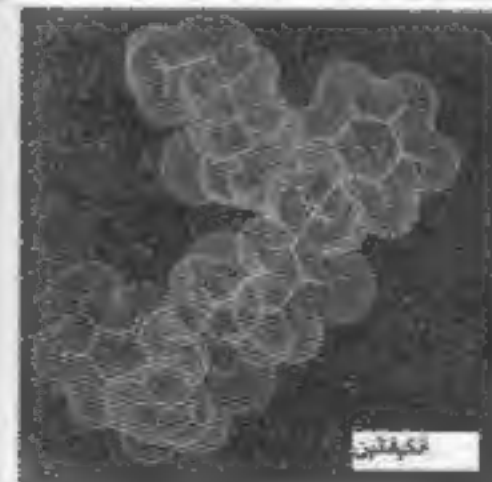
الزمن (م.ثا) 500

حالة غياب المورفين : نتحصل على كمونات عمل في الغشاء بعد مشبكي .
أما في حالة حقن المورفين فلا نتحصل على كمونات عمل في الغشاء بعد مشبكي

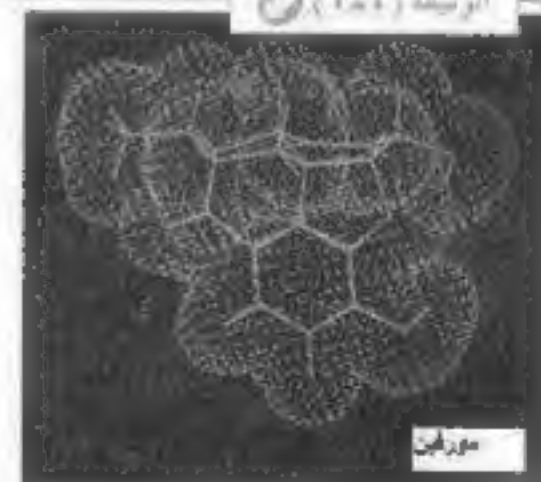
الاستنتاج

يعمل المورفين على أحداث اختلال في النقل المشبكي ، إذ رغم التنبيه لم تنتقل
المبلغات العصبية إلى الغشاء بعد مشبكي . ولذا يمكننا الاعتقاد بأن المورفين يشبه
المستقبلات الغشائية البروتينية للمبلغ العصبي في الغشاء بعد مشبكي ، حيث
أنه عند وصول المبلغ العصبي إلى مستوى هذه البروتينات الغشائية يصبح غير قادر
على القيام بدوره ، فالمورفين يعمق و يمنع ظهور كمون العمل .
و يمكن إيضاح طريقة تأثير المورفين في إعاقة عمل المبلغ العصبي بدراسة البنية
الفراغية لجزيئة المورفين مقارنة بجزيئة الأنكيفالين الوثيقة .

الزمن (م.ثا) 500



مورفين



أنكيفالين

